Alexandru Ionescu

ECOLOGIA –
ŞTIINŢA
ECOSISTEMELOR



Dr. Alexandru IONESCU

ECOLOGIA – ŞTIINŢA ECOSISTEMELOR



Bucureşti, 1988

PREFAȚĂ

După peste un secol de la definirea sa și după o glorie și publicitate remarcabile, pe care ultimele două decenii i le-au asigurat și întreținut din plin, ecologia continuă să fie adesea un prilej de nedumerire, de confuzii, un miraj în nisipurile mișcătoare și fierbinți ale științelor.

Mai întîi — paradoxurile nu sînt străine ecologiei — lucrul acesta se datorește necunoașterii obiectului ei de studiu de către mulți dintre cei care pretind că lucrează în acest domeniu ; socotind că orice relație între un organism și mediul său abiotic, că orice relație, în general, este ecologie, ei au dus această axiomă pînă la capăt înființînd disciplină după disciplină, unele dintre ele cu denumiri ce amplifică confuziile ; există — potrivit inventatorilor lor, și figurează în dicționare de ecologie (nu de curiozități) — o ecologie mentală (!), mai există apoi o ecologie a credinței, apoi a moralei... Ca știință biologică a fost repede scufundată în biologia generală ; de aici fel de fel de „autecologii" : ecologia protozoarelor, ecologia celenteratelor... urcînd scara animală pînă la ecologia mamiferelor.

Apoi protecția naturii și filosofia acesteia, luptînd împotriva degradării mediului, cu toate implicațiile și infiltrațiile socio-politice care nu pot lipsi dintr-o tematică de o asemenea amploare, au luat ecologia drept bază științifică pentru formularea de programe, concepții și chiar mișcări politice ; amalgamul n-a fost folositor ecologiei !

Și totuși ecologia este o știință care se definește clar, ca disciplină care studiază interrelațiile și fluxul de ma-

terie, informaţie şi energie dintr-un ecosistem bine delimitat. *Scopul ei este acela de a contribui la optimizarea teritoriilor şi la conservarea bogăţiilor mediului înconjurător prin cunoaşterea detaliată a potenţialului său biologic şi natural şi — în măsura în care ecosistemul luat în consideraţie este antropizat — a relaţiilor şi aspectelor sale sociologice.*

Identificînd interrelaţiile şi echilibrele biologice din natură şi cunoscîndu-le, ecologia poate sprijini cauza protecţiei mediului, fără a se confunda cu acesta. Ea rămîne ştiinţa al cărui obiect concret de studiu este ecosistemul, unitate integrată într-o concepţie nouă şi formată dintr-o biocenoză (comunitate de plante şi animale) şi un biotop (mediul fizic pe care biocenoza îl locuieşte) delimitat după criterii duble, administrative şi de uniformitate.

Ecologia, care trebuie să determine starea şi sensul de evoluţie ale ecosistemului, productivitatea sa, căile de optimizare ale fluxurilor de energie, materie şi informaţie, poate funcţiona numai prin intermediul unor specialişti ai problemelor care se cer studiate.

Prezentarea ecologiei ca ştiinţă a ecosistemelor, în forma pe care am ales-o, urmăreşte înţelegerea fenomenelor de ansamblu, foloseşte celor ce vor să devină ecologi ca un memento al domeniilor în care rezultatele vor veni din ramuri intra şi pluridisciplinare; foloseşte celor care vor să ştie ce este ecologia şi care sînt interferenţele ei cu sociologia şi cu protecţia mediului.

Tratarea jaloanelor necesare în studiul ecosistemelor — de fapt în înţelegerea esenţei acestei ştiinţe — poate părea schematică, generală, uneori simbolică — cîteva exemple, cîteva metodici, cîţiva indici; dar specialiştii fiecărui domeniu îşi vor desfăşura cercetările după propria metodică şi ştiinţă, dînd consistenţă cadrului în care lucrează şi transformînd jaloanele în studii exhaustive.

Ecologul trebuie să fie întrecut de colaboratorii săi din discipline diverse dar trebuie să aibă, mai mult decît oricare, o vastă cultură generală şi un fin spirit de intuiţie şi sinteză.

În multe privinţe, ecologia este o ştiinţă aparte, dificilă şi greu previzibilă în context social; deşi necesară tuturor ţărilor, aplicarea sa în optimizarea teritoriilor este,

în multe părți, tergiversată din cauza multiplelor implicații pe care situațiile economico-sociale, mereu în schimbare, le aduc într-un evantai larg și inepuizabil.

Uneori se consideră — și nu fără argumentație — că ecologia aplicată este un lux pentru contemporaneitatea dinamică și febrilă și un inconvenient pentru o rapidă dezvoltare economică.

Dar apare evident că ecologia este indispensabilă viitorului care, uneori, este necrezut de aproape; că dezvoltarea trebuie continuată nu rapid și în necunoscut, ci cu prudență, temeinic, perpetuu, în folosul oamenilor care aspiră să trăiască mai bine, mai liberi și scăpați — pe cît posibil — de povara necunoscutelor primejdii care sălășluiesc în eternul „mîine".

Dr. Alexandru IONESCU

PREFACE

More than a century after its defining and after a remarkable glory and publicity, ensured and fully maintained by the last two decades, ecology often continues to be an occasion for uncertainty, confusion, a miracle in the hot quicksands of sciences.

First — paradoxes are not alien to ecology — this is due to the fact that many of the people pretending to work in this field do not thoroughly know its subject of study; considering that any relationship between an organism and its abiotic environement, that, generally, any relationship is ecology, they led this axiom to the end, inventing discipline after discipline, some of them having names amplifying the confusion; there are — acording to their inventors, and they are included in ecology (not curiosity) dictionaries — a mental ecology (!), then an ecology of belief, then an ecology of morals... As a biological science, it was quickly sunk into general biology; hence, all kinds of autecologies: protozoa ecology, coelentera ecology... climbing the animal scale up to the mammal ecology.

Then, the nature protection and its philosophy, the fight against environment degrading, with all social and political implications and infiltrations that cannot be absent from a theme of such an amplitude, took ecology as a scientific basis for elaborating programmes, conceptions and even political movements; the amalgam was not useful for ecology!

However, ecology is a science clearly defined as a discipline that studies the inter-relationships and flow of

matter, information and energy from a well-defined ecosystem. *Its purpose is to contribute to the optimizing of territories and to the preservation of the environement resources, by a detailed knowledge of its biological and natural potentiality and — as far as the considered ecosystem is anthropized — of its sociological relationship and aspects.*

Identifying and knowing the biological inter-relationships and equilibriums in nature, ecology can support the cause of environment protection, without confounding itself with it. It remains the science whose concrete subject is the ecosystem, a unit that has been integrated in a new outlook, consisting of a biocoenosis (a community of plants and animals) and a biotopus (the physical environment inhabited by the biocoenosis), delimited acording to double criteria: administrative and uniformity ones.

Ecology, that should determine the state and direction of evolution of the respective ecosystem, its productivity the ways of optimizing the flows of energy, matter and information can function only by means of specialists in the fields to be studied.

The presentation of ecology as a science of ecosystems, in the form we have selected, aims at the understanding of the assembly phenomena, is useful for the ones who want to become ecologists, as a memento of the fields in which the results will come from intra and pluridisciplinary branches; it is useful to the ones who want to know what ecology is and which are its interferences with sociology and environment protection.

The way of dealing with the marks necessary in the study of the ecosystems — in fact, the understanding of the essence of this science — may seem schematic, general, sometimes symbolic — a few examples, a few methodologies, a few indexes; but the specialists in each field will perform their research according to their own methodology and science, giving congruence to the field they work in and transforming the marks into exhaustive studies.

The ecologist must be surpassed by his cooperators, from various disciplines, but he must have — more than

anyone — and a wide general culture and a fine spirit of intuition synthesis.

In many respects, ecology is a special science — a difficult and difficultly predictable one, in social context; althought it is necessary to all countries, its application in territory optimizing is postponed in many places, due to the many implications the ever changing economical and social situations bring forth, in a wide range.

Sometimes it is thought — and not groundlessly — that applied ecology is a luxury for the dynamic and feverish contemporary world and an inconvenience for a rapid economical development; but its development must continue — not rapidly and in the unknown, but cautiously, thoroughly, continually, to the benefit of the people who aspire to live better, more freely and liberated — as much as possible — from the burden of the unknown dangers that lie in the eternal „tomorrow".

Dr. Alexandru IONESCU

1. O DISCUȚIE POLEMICĂ DESPRE ECOLOGIE

1.1. Geneză și istorie

Ecologia își are începuturile sale în a doua jumătate a secolului XIX, atunci cînd E. Haeckel a definit-o ca „studiul relațiilor complexe directe sau indirecte cuprinse în noțiunea darwinistă a luptei pentru existență", drept „domeniul de cunoștințe privind economia naturii".

Ca toate științele, ea poate găsi pentru unele din elementele care o compun analogii sau origini în discipline mai vechi și din acest punct de vedere — lipsit de congruență — Haeckel are numeroși precursori în gîndire. Analiza istoriei științelor naturii ne arată că, în diferite ipostaze, problematica interdependențelor organism-mediu a existat încă din antichitate, atît în partea filosofică a acestor științe cît și în partea lor practică. Pe măsură ce cunoștințele din domeniul biologiei s-au adunat și au devenit numeroase, problema intercondiționării a crescut în importanță, cu toate că eventualele interrelații relevate erau doar auxiliare ale cunoașterii biologice generale a unui individ, a unei specii sau a unei populații. Condițiile de viață care îi sînt necesare speciei, momentele importante din dezvoltarea indivizilor săi — maturizarea, împerecherea, obiceiurile, afinitățile și cerințele față de mediu — nu sînt altceva decît aspecte ale unor interrelații și fenomene din natură care țin însă de *biologia generală* și genetica speciei respective. Este inutil deci să căutăm, prin intermediul unor astfel de cunoștințe, ecologi și ecologii înainte de Haeckel.

Ecologia s-a dezvoltat cu o anumită încetineală pentru că definiția sa n-a avut forme precise și delimitări clare și, poate mai cu seamă, pentru că elementele care formează obiectul principal de studiat — interrelațiile — au în ele o mare doză de abstract ; asupra lor au fost necesare studii și tatonări îndelungate prin care s-au reliefat părțile practice, abordabile și posibil de transformat în principii și metodici.

Un moment important în dezvoltarea ecologiei este introducerea de către Karl Möbius (1877) a noțiunii de biocenoză sau comunitate, definitorie pentru totalitatea organismelor care ocupă un anumit teritoriu, supraviețuiesc și se înmulțesc prin intermediul anumitor relații, determinată în compoziția sa de influențele pe care le suferă din partea mediului. Remarcabil printre cercetătorii acestei perioade apare a fi Forbes (1887), care în studiile sale limnologice considera un lac drept un *microcosmos,* un ansamblu care funcționează unitar prin intermediul corelațiilor dintre plantele, animalele și mediul fizic care-l alcătuiesc. Este în aceasta prefigurarea ecosistemului și a ecologiei moderne !

În 1910, Johnson introduce în ecologie termenul de *nișă ecologică* înțelegînd prin aceasta „unitatea de distribuție a speciei dependentă de hrană și de factorii abiotici". Schröter propune noțiunile de autecologie (autoecologie) și sinecologie, înțelegînd prin primul termen relațiile unui individ cu mediul înconjurător iar prin al doilea relațiile unei comunități de viețuitoare cu mediul.

Cercetările inițiale, care se cereau întreprinse asupra componenței biocenozei, au justificat atunci, într-o anumită măsură, crearea termenului de autecologie dar dezvoltarea ulterioară a acestuia, care se confundă ca disciplină cu biologia generală a unei specii, a influențat negativ înțelegerea ecologiei, în sensul ei de *știință a gospodăririi mediului,* a unui microcosmos, a unui anumit teritoriu ; în schimb, introducerea noțiunii de habitat (C. Clements și P. Dahl), crearea fitosociologiei (Braun-Blanquet), introducerea termenului de climax (ca stadiu final al succesiunii asociațiilor vegetale), precum și lucrarea lui Ch. Elton *Ecologia animală* (1927) — prin care

se subliniază rolul hranei în formarea structurilor la animale — au fost contribuții prețioase în definirea ecologiei. Dar punctul principal în acest proces de cristalizare a fost introducerea noțiunii de ecosistem de către Tansley, în 1935, după ce — aproximativ în același timp — Thienemann încercase, pentru aceeași noțiune, termenul de biosistem. Odată cu „apariția" ecosistemului, ecologia capătă un obiect concret de studiu, definit prin două componente esențiale, biocenoza și biotopul, ultimul delimitat pe criterii de omogenitate. Pentru studiul biocenozelor au fost de un mare ajutor teoriile populaționiste și abordarea statistică a studiului populațiilor. Importante în acest domeniu sînt lucrările lui Hjord (1914), A. J. Lotka (1920), Elton (1924), V. Volterra (1925), R. Chapman (1928), Fischer (1930), G. F. Gause (1934) și Mayr (1963). Studiul populațional devine un domeniu de cercetări intense în care concepția trofică se reliefează ca mijloc de reglaj al numărului de indivizi. De aici un nou tip de ecologie — ecologia demografică — vine să complice lucrurile, încercînd să transforme un aspect al cercetării din ecosistem în obiectul unei științe a cărei denumire nu mai are nici un înțeles. Comode, interesante și ușor abordabile, generatoare de teorii și de legi, studiile populaționale au făcut repede adepți iar ecologia demografică a căpătat un statut autonom, publicîndu-și lucrările și ținînd congrese sub acest nume, deși ea nu reprezenta ecologia ci numai una din treptele care urcă spre ecologie. Într-adevăr, studiul unor populații privește doar specia căreia acestea îi aparțin — afară de cazul în care el nu este înglobat în cercetarea biocenozei ; integrarea populației respective în biocenoză și de pe această platformă cunoașterea interacțiunii cu biotopul, în cadrul unui sistem, duce la ecologie ; altfel, o repetăm, studiul unei populații nu prezintă interes decît pentru biologia generală a speciei luată în considerație.

Trepte importante în evoluția ecologiei ca știință au fost de asemenea dezvoltarea teoriei generale a sistemelor (Bertalanffy, 1932), studiul energeticii ecosistemelor (Juday, 1940) și concepția trofoenergetică a lui R. L. Lindeman, iar remarcabilele cărți semnate de E. P. Odum

(Fundamentals of ecology), R. Margalef *(Diversity stability and maturity in natural ecosystems)*, G. R. Taylor *(Le jugement dernier)*, R. Dajoz *(Précis d'écologie)*, împreună cu evidenta necesitate a combaterii degradării și poluării mediului ambiant, ca și a conducerii economiei după criterii aflate în constituția ecologiei, au adus această știință în centrul atenției publice care a primit-o cu un interes deosebit, a interpretat-o cu fantezie și a încercat să o impună în mai toate domeniile de activitate, ca o garanție de progres și modernitate.

1.2. Dezvoltare și confuzii

De îndată ce fenomenul de poluare a apărut ca o gravă primejdie pentru sănătatea și viitorul Terrei, ecologia — ca știință sub egida căreia poate avea loc protecția mediului înconjurător — a devenit modernă, actuală, omnipotentă. Discipline biologice care avuseseră o activitate plină de succese în trecut, cum sînt, de pildă, sistematica, anatomia și morfologia, s-au simțit deodată vetuste și fără perspectivă în fața ecourilor stîrnite de ecologie și au încercat să profite de faptul că aceasta este o știință interdisciplinară ; lucrînd pentru ecologie și-au spus ecotaxonomie, ecomorfologie, ecofiziologie și s-au crezut — doar din această cauză —, dintr-odată modernizate. Avalanșa de lucrări care se interpătrund cu ecologia nu i-au fost acesteia decît în mică măsură avantajoase. Într-adevăr, studii care pot servi unor cercetări ecologice au apărut drept ecologie, ceea ce a dus la o anumită diluție a problematicii și o anumită confuzie. Mai mult, numeroși cercetători au continuat să-și profeseze vechea disciplină sub titulaturi noi, care se înfățișau drept ramuri ale ecologiei. Lucru nu a fost greu de îndeplinit pentru că în natură toate obiectele și fenomenele se interpătrund și se intercondiționează. Cum există o autecologie, o ecologie teoretică și una globală, ba mai mult încă, o ecologie a insectelor, a ciupercilor, a spiritului, o ecologie culturală și una mentală etc., orice cercetare putea, cu foarte puține stăruinți, să apară o ecolucrare.

Dar încercările de definire a mai multor ecologii sînt erori considerabile, care în fapt contrazic definiția ecologiei, seamănă confuzie și dau naștere la interpretări multiple și diferite.

După R. Dajoz, ecologia este o parte a științelor biologice, adică o știință care se interesează de studiul viețuitoarelor. El este categoric împotriva pretențiilor altor științe, cum ar fi geografia sau științele economice sau cele politice, potrivit cărora ecologia le-ar aparține, fie și numai parțial.

Dimpotrivă, sociologi ca Prestipino (1976) vorbesc de o ecologie a planificării și controlului întregului context al mediului înconjurător, a conducerii economiei în funcție de legile obiective ale interacțiunii din biosferă.

Gregory Bateson dezvoltă o ecologie a spiritului ; avem o ecologie genetică, o ecologie demografică, o alta trofoenergetică, o ecologie informațională. *) Geografii consideră ecologia ca fiind adînc implimentată în geografie și au termeni echivalenți cu ecosistemul (vezi biogeocenoza — Sukaciov, 1942) ; Troll formulează în 1939 noțiunea de ecologie a landșaftului.

Ziarul „Le Monde" din martie 1987 vorbește de o ecologie spațială, à propos de planurile de a trimite în spațiu, în anul 1989 (centenarul turnului Eiffel) a o sută de sfere cu un diametru de 6 metri, care vor reflecta lumina soarelui la 800 de km altitudine, ca și de proiectul unei întreprinderi de pompe funebre din Florida care vrea să plaseze în spațiu cenușa a 10 000 de persoane, într-un satelit vizibil noaptea, grație unor cuverturi extrem de reflectizante.

Există, de asemenea, concepția că se poate vorbi de două ecologii și anume de o ecologie globală, care este o știință polidisciplinară, bazată — în primul rînd — pe geografia fizică și de o ecologie fundamentală (teoretică) al cărui obiectiv de studiu este ecosistemul. Se încearcă astfel să se păstreze diferența dintre ecologie, ca știință

---

*) În programul Sesiunii științifice a Muzeului din Pitești — noiembrie 1987, a apărut și „Ecologia socială".

biologică, și ansamblul polidisciplinar care se ocupă de mediul înconjurător al omului și care este denumit ecologia globală (sau știința mediului înconjurător). Conform acestor opinii ecologia teoretică are o funcție axiologică, în timp ce ecologia globală are o funcție praxiologică. Definițiile celor două ecologii sînt distincte și ele pot fi viabile, fără a înceta să fie inutile !

Iar confuzia este cvasitotală !

De aici imposibilitatea ecologiei de a se delimita de celelalte științe, înțelegerea greșită a polidisciplinarității sale (un conglomerat oarecare), posibilitatea ca oricine și orice temă să se atașeze ecologiei.

Că lucrurile sînt fără nici o exagerare la acest nivel este ușor de demonstrat printr-o incursiune aleatorie în lucrările și în congresele recente de ecologie.

Întîlnim numeroase simpozioane dedicate unei ecologii microbiene [1 2]), unor ecologii ale ciupercilor din sol [3]), unor genetici ecologice [4]) etc.

În fapt nu se studiază ecosistemul în care se găsesc grupele de viețuitoare cercetate ci, în cazul cel mai fericit, grupele respective în cadrul unui ecosistem.

Așa se face că în cartea lui Gray și Parkinson [3]) există capitole de taxonomie a bacteriilor, de metode pentru izolarea acestora ; în volumul lui Ford [5]) găsim nu mai puțin de 6 capitole (dintr-un total de 14) care tratează fenomenul de polimorfism (ceea ce ar fi putut da cărții un titlu mai aproape de subiectul tratat, de pildă „Polimorfismul în genetică"). Ford, care pare că a introdus termenul de „Genetică ecologică" înțelege prin aceasta studiul geneticii în laborator, utilizarea statisticii în interpretare și completarea cercetărilor „in vitro" cu observații de teren.

---

1) Alexander Martin, 1971 — *Microbial ecology,* Ed. John Wiley § Sons Inc., New York, Londra, Sydney, Toronto.

2) Gray T.R.G., Parkinson D., 1968 — *The ecology of soil bacteria,* Liverpool University Press.

3) Parkinson D., Eaid J. S., 1960 — *The ecology of soil bacteria,* Liverpool University Press.

4) Creed R., 1971 — *Ecological genetics and evolution,* Blackwell Sc. Pub., Oxford, Edinburgh.

5) Ford E. B., 1964 — *Ecological genetics,* John Wiley § Sons Inc., New York.

După cum apare clar, definițiile sînt forțate și făcute ad hoc *).

În revistele de ecologie [6]) lucrurile sînt încă și mai alambicate. Iată cîteva titluri de articole care sugerează (iar cuprinsul lor o probează) lipsa studiului ecosistemului : „Structura și dinamica populației de psammofite", „Condițiile termale în trei lacuri mazuriene", „Macrofitele din lac ca alimente pentru două specii...", „Consumul de oxigen la Thysanoptera", „Fitoplanctonul ca indicator al eutrofizării".

Am putea să ne oprim de asemenea asupra cărții lui Henrich Walter *Vegetația pămîntului,* apărută în Ed. Științifică în anul 1974, pentru că aici găsim o serie întreagă de idei de o confuzie cvasitotală. Astfel, în prefața la ediția I, autorul spune că ecologia vrea „să stabilească ceea ce în natură ține laolaltă lumea plantelor".

Ni se vorbește despre suprafețe acoperite de graminee *ecologic-omogene* (?) formate din comunități de plante *ecologic diferite* (pag. 83). Iar traducătorii ne spun că autorul folosește termenul de ecofiziologie în loc de ecologie pentru a evita unele confuzii frecvente în țările de limbă engleză, unde termenul ecologie este întrebuințat pentru știința descrierii și clasificării vegetației și pentru a sublinia modul de lucru experimental, bazat pe măsurători și folosit în elucidarea cauzalității fenomenelor vegetale (!).

Pe toate meridianele taxonomia, geobotanica, ca și biologia generală (dar nu numai ele !) își îndreaptă toate rezultatele către ecologie nu ca s-o sprijine ci ca să i se substituie. Planurile tematice se schimbă, se îmbunătățesc, se modernizează ; uneori, din cauze care nu țin de știință ci de conjunctură, firmele se schimbă și deși lucrările continuă să fie de biologie generală, geobo-

---

*) După redactarea articolului prezent am întîlnit în bibliotecă o carte a aceluiași Ford intitulată „Polymorphism and taxonomy" (Oxford Univ. Press, 1940). Volumul din 1964 să fie o „modernizare trecută prin concepția ecologică" sau un travesti impus de acest elan „ecologie tous azimuts" ? — Vezi și articolul „Progresele și dilemele ecologiei de Al. Ionescu în *Ecologie și protecția ecosistemelor,* Pitești, 1980.

6) Polska Academia Nauk, 1978—1979 — *Ekologhia,* Polska, 26-27 (1-2).

tanică, taxonomie... ele ni se prezintă ca fiind de ecologie. Fireşte, transgresarea şi osmoza între domenii nu este uşoară şi uneori evoluţia le pretinde ; dar tranziţia poate fi digerată cu folos, în timp, atunci cînd se lucrează pentru aceasta, păstrînd însă esenţele ecologiei.

1.3. Mişcare ecologistă

În ceea ce priveşte situaţia ecologiei pe plan mondial rezultă că există un abuz de subdiviziuni, o încercare de imaginare a fel de fel de ecologii care n-au în comun decît ideea dialectică a interrelaţiilor şi legăturilor. Această proliferare de ecologii a dus şi la apariţia unor mişcări ecologiste care şi-au înscris în program şi au ca scop declarat combaterea pericolelor energiei nucleare, a poluării aerului şi a apei, a smogului, a tendinţei spre gigantism a oraşelor, a risipei de energie, a jefuirii resurselor naturale şi a dispariţiei speciilor vegetale şi animale. Aceste teme sînt, în marea lor majoritate, importante şi exprimă o realitate căreia trebuie să i se facă faţă ; dar căile de rezolvare propuse de ecologişti sînt în mare măsură neadecvate şi neconforme cu dezvoltarea societăţii. Se mizează prea mult pe sentimentalism şi nu se înţelege că dinamismul economic poate merge mînă în mînă cu optimizarea permanentă a mediului şi că, de fapt, o adevărată civilizaţie şi dezvoltare economică au drept complement organic o perfectă stare a mediului înconjurător. Chiar şi după accidentul tragic de la Cernobîl — cauzat se pare din cauza unor greşeli umane nepermise — şi în ciuda multor altor incidente întîmplate la centralele atomice, acestea continuă să rămînă, în cazul unor măsuri de siguranţă adecvate şi la nivelul tehnologiei actuale, surse sigure şi nepoluante de energie. De aceea refuzul centralelor nucleare de către ecologişti este un reflex al fricii, mărturiseşte o criză de încredere şi o neînţelegere a cuceririi ştiinţifice.

Propagînd o asemenea atmosferă ambiguă, mişcarea ecologistă — mizînd pe sentimentalism şi pe lipsa de informare — a înregistrat chiar şi unele succese... electorale ! În Europa Occidentală, în parlamente sau în consilii municipale sînt aleşi reprezentanţi „ecologi". Adesea

aceştia reuşesc să împiedice construcţia unor obiective industriale, potenţial poluante, şi de multe ori contribuie la adoptarea unor legislaţii care par a fi cu adevărat în folosul naturii. Ele sînt uneori succese durabile, alteori succese efemere şi nu ştim în care caz societatea este cu adevărat cîştigătoare. Putem aminti — pentru a ne fi înţeleasă dilema — diferendul care a opus pe „apărătorii naturii“ celor care doreau să exploateze petrolul din Alaska. La început, legislaţia a dat cîştig de cauză celor care luptau pentru natură : nu petrol ! Mai apoi, cînd preţul petrolului a crescut brusc, legislaţia a făcut un volte-face şi a permis — într-un compromis — exploatarea şi transportul petrolului din Alaska, prin Ancorage, în celelalte state al Uniunii, creînd un fond pentru „protejarea naturii“ din îndepărtatul nord al Statelor Unite.

Sîntem înclinaţi ca la întrebarea „în ce situaţie societatea a fost în cîştig ?“ să răspundem că, tocmai în cazul unor astfel de compromisuri, a înţelegerii dintre diverse interese, a dialogului. De aceea nu credem în exagerările de tot felul, în numeroasele „semnale de alarmă“ şi predicţii catastrofale, în înverşunarea împotriva tehnologiei şi chiar a ştiinţei, dar nici în forţa dictatului. Fireşte, nu credem, de asemenea, că sloganul multor reprezentanţi din lumea a treia „noi vrem poluare dacă aceasta este preţul dezvoltării noastre“, să fie singura posibilitate de dezvoltare ; dar putem să înţelegem acea parte a opiniei publice pentru care ecologiştii se confundă în mare parte cu comunităţile de hipi şi cu visele bucolice ale unor copii răsfăţaţi. De altfel, sînt numeroase cazurile în care adunării masive de „ecologişti“, veniţi de la mari depărtări, se împotrivesc creării unor centrale nucleare (aşa cum arătam, nepoluante în condiţii normale) după care în maşini şi pe motociclete se întorc acasă, răspîndind în aer hidrocarburi nearse, oxizi de carbon, plumb şi sgomot, acasă unde — fireşte — se vor servi de toate aparatele electrice pe care civilizaţia le-a născocit.

Este în aceasta o duplicitate, o rea voinţă, o lipsă evidentă de responsabilitate, sau o neînţelegere exactă a fenomenelor şi a lumii care ne înconjoară ?

Nu vrem să încriminăm buna credință a celor mai mulți dintre „ecologiști" ; sentimentele lor față de natură sînt adesea sincere dar ele pot fi — și chiar sînt uneori — exploatate în scopuri politice ; și mai este ceva : aceste mișcări n-ar trebui să se numească, în fapt, ecologice, pentru că ele nu cunosc decît vag principiile, scopurile și metodele ecologiei. De aceea, în acest context, se cere din partea specialiștilor, a ecologilor în speță și a oamenilor care înțeleg cu exactitate situația din biosferă și perspectivele ei, o atitudine mult mai responsabilă ; de aceea oamenii de știință trebuie să redea cu veridicitate starea actuală a diferitelor ecosisteme, regiuni și zone, pentru a pune la îndemîna factorilor de decizie, investiții prin vot liber de cetățenii lor (și deci sub controlul lor !), argumente și căi de rezolvare. Nu exploatarea sentimentelor ci logica rațiunii și a științei !

1.4. **Ecologia în România**

Istoria ecologiei din țara noastră este relativ scurtă și începe cu Grigore Antipa, elev strălucit al lui E. Haeckel. El a studiat productivitatea unor lunci inundabile și a Deltei, pe acestea socotindu-le entități unitare, superorganisme care — funcționînd într-un fel sau altul — dădeau diverse producții și aveau diferite productivități. Lui Gr. Antipa, i se poate adăuga, cu convingere, Emil Racoviță care a făcut de nenumărate ori studii ecologice — în cercetările sale speologice — peșterile fiind ecosisteme bine delimitate, cu caracteristici specifice.

Ca o recunoaștere a marii lor personalități științifice și cetățenești — noi, care am avut ocazia să le stăm în preajmă — îi vom cita în această mini-istorie a ecologiei pe remarcabilii oameni de știință care au fost Alexandru Borza, Andrei Popovici-Bâznoșeanu, Radu Codreanu și Constantin Motaș, cu toate că... n-au lucrat ca ecologi. Dar protecția mediului în România i-a avut drept promotori și ei și-au îndemnat concetățenii la demnitate și intransigență în apărarea frumuseților patriei noastre (de la marele Parc al Retezatului, la Delta Dunării și la Po-

iana Narciselor) ; iar lucrările lor — care i-au ilustrat în numeroase ramuri ale biologiei — s-au implimentat prin multiple valențe cunoașterii din ecologie.



Fig. 1. — *Grigore Antipa.*



Fig. 2. — *Constantin Motaș.*

În ceea ce privește epoca contemporană se cuvin menționați Bogdan Stugren, pentru publicațiile sale, și N. Botnariuc pentru studiile aproape ecologice din Delta Dunării, pentru *Ecologia* scrisă împreună cu A. Vădineanu — carte remarcabilă — cît și pentru multe alte publicații ale sale în care se simte însă, din păcate, profesorul de biologie generală (miciurinistă) de altădată.

Meritoase lucrări în domeniul ecosistemelor agrare au Ioan Puia, V. Soran, Dan Șchiopu, I. Coste și Bujor Mănescu iar în domeniul ecosistemelor forestiere sînt de menționat studiile întreprinse de Victor Giurgiu, Cr. Stoiculescu, C. Bîndiu și N. Doniță ; școala prof. Mihai Băcescu — cu cercetători extrem de talentați — a alcătuit o ecologie marină care oscilează între conglomerate de date aparținînd diferitelor discipline și o adevărată carte de ecologie.

Preocupări meritorii față de această disciplină au avut și prof. E. A. Pora, Adriana Murgoci și I. Popescu-Zeletin, care au încurajat înclinațiile către studiile ecologice. Simpozioanele naționale de ecologie (care se țin o dată la 3 ani — și care se datoresc, în special, eforturilor depuse de dr. Stoichiță Godeanu) și simpozioanele „Ecologie și protecția ecosistemelor" (care au loc la 2 ani) sînt prilejuri pentru discutarea problemelor de ecologie și de protecția mediului înconjurător, prilejuri pentru prezentarea unor lucrări de specialitate, cu calitățile și lipsurile pe care le-am remarcat în discuția generală privind confuzia din ecologia contemporană.

Într-adevăr, în domeniul circumscris de ecologie în țara noastră găsim aceleași deficiențe de pretutindeni ; o confuzie în ceea ce privește obiectul de studiu al ecologiei, o abundență de clasificări preluate necritic din literatura străină, lucrări în care mozaicurile multor concepții sînt o predominantă majoră.

O incursiune în publicațiile cu caracter voit ecologic și o analiză succintă a acestora pot aduce motivații opiniilor exprimate mai sus.

În *Ecosistemele din România*, volum apărut în 1980 și care — în general — are o ținută ecologică, pentru că încearcă să descrie ecosistemul ca unitate fundamentală, găsim suficiente lucruri care provoacă grave neclarități și promovează neadevărul. Iată, în ceea ce privește definiția agriculturii ecologice apare că aceasta se bazează pe principiul de a cultiva plantele și a crește animalele după „legile naturii" ; că ea presupune „renunțarea la îngrășămintele chimice, la pesticide, la ierbicide". Apare evident că se confundă agricultura ecologică cu așa-numita agricultură tradițională, biologică ; de altfel, agricultura ecologică nu se conduce după legile naturale ci *cunoscînd* și *ținînd seama* de legile naturale. Peste faptul că ierbicidele fac parte din pesticide și deci este inutil să mai fie prezentate separat, trecem cu o oarecare melancolie (gîndind cum s-au promovat examenele !), așa cum trecem și peste clasificarea viețuitoarelor în „plante, animale și microorganisme" (vezi V. Tufescu și M. Tufescu, dar nu numai...).

Manualul de ecologie [7]) adresat unor elevi de 14—15 ani este simplist, neconvingător, jumătate din el netransmițînd în fapt nici un fel de cunoștințe ; se prezintă acestor elevi ca termeni noi : mediu, fizionomie, lizieră, strat ierbos, nocturn, diurn, crepuscular... ; dar nu termeni ca ecoton, biom, climax, serii, econom, habitat... Termenul de biosistem este explicat cu totul curios, fără a avea pentru formularea sa o bază etimologică și funcțională specifică. Dacă un sistem format din două elemente are ca nume propriu biosistem, prin similitudine triosistemul este numele sistemului în trei ! Apoi din 17 lecții, 5 sînt dedicate aspectelor sezoniere ale ecosistemelor, ceea ce este disproporționat cantitativ, mai ales că părțile dedicate fluxului de materie și energie și cele rezervate relațiilor dintre ecologie, evoluție și adaptare, nu sînt suficient dezvoltate.

Cercetarea volumului *Biogeografia ecologică* pune în evidență existența în această carte a unui capitol intitulat „Elemente de ecologie" în care se tratează factorii abiotici și unele relații tipice, caracteristice factorilor biotici. Separat există un capitol de „biocenologie" în care se vorbește despre biocenoză și ecosistem. Iată cum se creează confuziile !

Cercetări ecologice în podișul Babadag este un volum care cuprinde multiple aspecte ale ecosistemului cercetat și care deci își îndreptățește titlul și apartenența la patrimoniul studiului ecologic. Cu toate acestea, găsim capitole care ies din cadrul cercetării în care autorii doresc să le înscrie. Cuprinsul articolului „Cercetări ecologice asupra nevertebratelor din solul pădurii Babadag" are următoarele subcapitole : estimarea numărului necesar de probe pentru evaluarea efectivului real al nevertebratelor ; componența sistematică a faunei ; repartizarea faunei de nevertebrate pe nivele de adîncime în sol ; regimul termic și al umidității relative a solului ; diversitatea grupelor de nevertebrate.

Poate reieși din cele de mai sus relațiile existente în ecosistem ? Nu este clar că avem de-a face cu un studiu

---

7) Stugren B., Kilyen H., 1976 — *Ecologie*, Ed. Didactică și pedagogică, București.

de biologie generală a nevertebratelor din pădurea Babadag ? Nu putem trece de asemenea peste faptul că noțiunile existente în ecologie nu sînt asimilate de autorii discutați mai sus : tabelul intitulat „Caracterele zonale ale biotopurilor cercetate“ prezintă trei rubrici : sol, vegetație (?) și microclimă. De cînd vegetația este o componentă a biotopului ?

Sub un titlu care vorbește printre altele de ecofiziologie se fac cu precădere considerații taxonomice, iconografice, măsurători fenologice ; iar acele „printre altele“ n-au sinapse decît prin interpuși cu ecologia.

Un simpozion dedicat ecosistemelor artificiale [8]) cuprinde, alături de remarcabile studii de ecologie adevărată (vezi „Agroecosisteme — importanță și perspective“, pag. 22—55) și lucruri care nu au legătură directă cu subiectul discutat.

Cînd se vorbește la acest simpozion despre „incidența ecologică a rășinoaselor de făget“ și cînd se arată că ele modifică profund regimul hidric și nutrițional din ecosisteme, se face ecologie pentru că se vorbește de ecosistem. Dar ce legătură au cu ecologia lucrările „Pesticidele și funcționalitatea celulei vegetale“ sau „Cercetări privind determinarea și incidența substanțelor inhibante din lapte“ sau „Coordonate și obiective pentru ridicarea calității produselor“...

Iar moda ecologică proliferează...

În lucrarea „Recherches sur la biologie et l'écologie de la noctuelle du choix *(Mamestra brassicae L)*“ apărută în Buletinul Academiei de Științe Agricole și Silvice, București, 1980, A. Săvescu și I. Borcan prezintă rezultatele unor experiențe privind influența temperaturii asupra multiplicării. Faptul că o generație se dezvoltă în 67,5 zile la 180° C și numai în 45,5 zile la 22° C formează esența „ecologică“ a lucrării.

„Unele aspecte privind bazele ecologice ale protecției avi-faunei — din Insula Mică a Brăilei — (apărută în 1981 în revista Ocrot. Nat. Med. Înconj., nr. 1, pag.

---

8) Preda V. (red.), 1978 — *Ecosistemele artificiale și însemnătatea lor pentru omenire,* vol. I.

81—87) nu este altceva decît un mic (foarte mic) ghid turistic.

În Buletinul de ecologie găsim o lucrare intitulată „Implicații ecologice ale fenomenului de transmutație biologică a elementelor chimice“, un fenomen contestat care poate avea diferite implicații printre care cu greu se poate întrezări studiul ecologic. În mod similar „Considerațiile asupra circulației azotului și fosforului în ecosistemele acvatice ale Deltei Dunării“ nu spun mare lucru, atît timp cît ecosistemele nu sînt delimitate.

În culegerea primului simpozion de ecologie de la Constanța pînă și adepții unei ecologii a sistemelor supraindividuale țin să menționeze că „ecologia nu trece cu vederea studiul individului“ (pag. 32). De altfel, culegerea este plină de lucrări care nu aparțin ecologiei ; iată și cîteva titluri : „Modelarea procesului de eutrofizare“, „Aspecte de principiu ale aplicării cercetării operaționale în domeniul cunoașterii calității apelor“, „Ape cu regim de ocrotire specială“, „Sistemul românesc de parcuri naționale“ (unde protecția mediului se confundă cu ecologia), „Caracterul sistematicii topologice a pajiștilor“, „Valorificarea apelor impurificate în scopuri energetice“, „Prima experiență românească de scufundare în saturație la 150 de m în Marea Neagră“, „Implicații floristice și faunistice în urbanizare“... Exemplele pot fi încă și mai numeroase, întrucît multe alte conferințe de același fel au avut loc !

Volumul intitulat prudent „*Elemente* de ecologie umană“ este un studiu serios, remarcabil chiar, care însă nu aparține ecologiei decît atunci cînd tratează despre ecosferă și ecosistem ; în rest, el studiază doar o parte a biocenozei și relațiile acestei părți cu mediul ; mai mult, aceste elemente de „ecologie umană“ par a fi o istorie a relațiilor dintre om și natură, un manual util despre protecția mediului înconjurător. Iată deci că în această viziune ecologia umană este o operațiune de sinergism, de contopire și de regîndire — într-un corp comun — a cunoștințelor care provin mai puțin din științele naturii și mai mult din relația om-natură. Ea își

are originea într-o optică *pur sociologică* care desemnează studiul relațiilor dintre fenomenele sociale și spațiale *) în care sînt cuprinse, fără a merge — măcar — pînă la ultima lor consecință, ceea ce ar însemna existența unei singure ecologii, care să studieze un anume tip de ecosistem, în speță cel puternic impregnat de factorul uman.

Alte lucrări au încercat să-și abordeze tematica într-un spirit ecologic, adică tratînd în permanență subiectul ales în interdependența pe care domeniul studiat o avea cu mediul ; așa avem un manual de ecopedagogie, o genetică ecologică, o biochimie ecologică, o fiziologie ecologică... dar lipsa acestora — fundamentală — este că ecosistemul nu există în studiul lor iar cel mai adesea adjectivul ecologic figurează de complezență, uneori cu ostentație, alteori pur și simplu neadecvat. Singurul merit — firește, din punctul de vedere al ecologiei — pe care-l recunoaștem acestor lucrări este încercarea lor de a îmbiba cu spirit ecologic discipline care — trebuie spus — au fost totdeauna prezente deopotrivă „in vivo" și „in situ".

Neînțelegerea faptului că ecologia are nevoie pentru studiu de un ecosistem, că acesta nu există decît ca unitate între biocenoză și biotop — precum și aspirația la calitățile deosebite pe care un ecolog trebuie să le aibă și la situația privilegiată pe care publicitatea mondenă i-o rezervă, favorizează o migrație către ecologie și o cursă după titlul de ecolog, în ciuda faptului că un specialist bun în domeniul său de activitate valorează — firește ! — la fel de mult ca și un ecolog de aceeași calitate. Există de asemenea și tendința permanentă — pe care am mai subliniat-o — de a fi „în pas cu moda", inclusiv în cercetarea științifică ; așa se face că numeroase științe transgresează către ecologie, că numeroase cercetări se socotesc mai noi și mai bune dacă abordează cercetarea într-un „mod ecologic" sau dacă domeniul lor și-l scufundă în cercetarea ecologică.

Institute de cercetări și-au numit unele departamente cu această particulă-talisman *eco* și, dintr-odată, au de-

*) În lucrare se amintește că, la început, a fost ecologia socială (R. Park, R. Mc. Kenzie), care apoi s-a transformat în ecologie umană.

venit posesoarele unor secții de ecofiziologie, ecotaxonomie, etc. ; în realitate, tematica a rămas aceeași și vechea disciplină — cu importanța ei intrinsecă — se desfășoară pe vechile tipare ; poate, doar, ca să nu fim nedrepți, uneori cu o anumită înțelegere „ecologică", de integrare într-un ecosistem a subiectului. Alte institute au introdus compartimente care par a avea aplicații ecologice imediate, de răsunet, cum ar fi — de pildă — cele care ar trebui să se ocupe de agroecosisteme. Dar bunele intenții au o anvergură redusă, pentru că tematica este îndoielnică iar încadrarea și conducerea departamentului făcute pe criterii care nu țin seama de profesionalism.

Și aici, ca în multe alte cazuri, există un sîmbure de adevăr și un pivot al realității ; acestea pot fi abordarea ecologică reală a unor probleme, tratarea lor dialectică, cu intercondiționări în care procesele de feed-back sînt permanente și foarte importante. Abordarea ecologică — care nu înseamnă însă ecologie ci numai un mod de a privi problemele — este un lucru salutar în multe cazuri și despre ea vom mai vorbi ori de cîte ori vom întîlni, în textele citate, ceea ce se numește spiritul ecologic pe care ultimile decenii ale acestui secol l-au adus în multe științe.

Înțelegem că o pedologie ecologică reprezintă introducerea gîndirii ecologice în perceperea pedologiei ; în mod similar înțelegem o fiziologie ecologică, o genetică ecologică, etc., deși — de multe ori — și această formulare este abuzivă. Dar nu înțelegem cum ar putea exista o ecologie genetică, o ecologie taxonomică, și nici măcar o ecologie a unui grup de plante sau animale, de vreme ce — în aceste cazuri — lipsește biocenoza, una din componentele ecosistemului care trebuie studiate, în cazul cînd avem de-a face cu ecologia.

Experimentările și studiile de ecologie — care să vorbească despre fluxul de informație, de energie și de materie — sînt însă extrem de puține, deși există unități care ar putea folosi drept model pentru ceea ce ar trebui să fie, de exemplu, o fermă ecologică.

În acest sens, în volumul „Agricultura ecologică“ se descrie ferma „30 Decembrie“, care are toate însușirile necesare pentru a deveni, printr-un studiu de optimizare, o adevărată fermă ecologică ; iar exemplul nu-i, desigur, singular.

Introducerea pe scară largă în economie a calculatoarelor, a informaticii și a ciberneticii, precum și decantarea a ceea ce este ecologie din lucrările prezentate sub această etichetă, inclusiv din domeniul protecției mediului, dezbaterile și analizele critice ale lucrărilor apărute, creează premise favorabile abordărilor ecologice. Unele proiecte de dezvoltare pe baze ecologice a unor regiuni, în diferite țări, precum și abandonarea unor proiecte de „transformare grandioasă a naturii“ (cum ar fi de pildă încercarea de a întoarce fluviile din Siberia, din mersul lor către Oceanul Înghețat) dovedite neînțelepte, pot servi drept repere interesante și în dezvoltarea ecologiei și a protecției mediului în țara noastră.

Ecologia este o știință care are nevoie de curaj, de studiu perseverent, de o gîndire dialectică și de multă, multă înțelepciune.

1.5. Programul Om-Biosferă și semnificațiile sale

Programele de cooperare internațională inițiate de Națiunile Unite în domeniul conservării naturii, printre care și cel numit Om-Biosferă, înlesnesc apropierea dintre unele teme de ecologie aplicată și sociologie, fundamentînd optimizarea dirijată a unor teorii. Problematica rezultată din aceste programe este diversă și plină de învățăminte. Studiul ecologic, al biocenozei naturale și al biotopului, este primordial ; pe baza rezultatelor provenite din acest studiu se trag concluzii în ceea ce privește posibilitatea modificării biocenozei prin introducerea de animale domestice, în primul rînd, precum și alte elemente alogene biocenozei inițiale ; în mod similar se pot recomanda specii de plante, atît pentru terenurile care urmează a fi cultivate, cît și pentru îmbunătățirea — în sensul utilității pentru oameni — a lumii vegetale ; de asemenea

în legătură cu sursele de materie primă și cu pozițiile geografice se pot crea industrii care să utilizeze în mod rațional mediul înconjurător. Aceasta este calea de antropizare optimă a unui ecosistem.

În cazul în care ecosistemul cuprinde deja numeroase elemente antropice, studiul poate fi făcut considerînd toate elementele introduse de om ca fiind autohtone și constituind biocenoza și biotopul ecosistemului studiat. În felul acesta însăși populația umană face parte din biocenoză și trebuie tratată ca atare, fără a eluda însă importanța deosebită a omului, ponderea civilizației și tehnologiei sale în influențele existente în biocenoză.

Exploatarea prezenței umane din această uniune biocenotică și tratarea sa ca element distinctiv principal și central a motivat crearea ecologiei umane, în care numeroase capitole sînt, în fapt, dedicate științei cunoașterii omului și societății, de la psihologie la sociologie și de la ergonomie la științele sociale și la economie politică.

Programul Om-Biosferă urmărește să rezolve, printre altele, probleme cum ar fi cunoașterea unor caracteristici specifice și concrete de amenajare a teritoriului ; să desfășoare cercetări pluri- și interdisciplinare care să evidențieze impactul tehnologiei contemporane asupra ecosistemelor și măsurilor ce se impun pentru diminuarea acțiunii entropice ; să acorde ajutoare materiale din surse naționale sau internaționale pentru cunoașterea și gestionarea mediului ambiant ; să ia măsuri pentru educarea maselor în privința atitudinii față de mediu ; să optimizeze zonele cu condiții de viață limitative ; să conserve rațional teritorii care să reprezinte rezervații ale biosferei ; să promoveze studiul etologiei și al mediului în marile aglomerări urbane, pentru construirea unui oraș modern, pe baze ecologice.

Programul are ca obiectiv general să precizeze atît în științele exacte (naturale) cît și în științele sociale bazele necesare utilizării raționale și conservării resurselor biosferei, ameliorării globale a relațiilor între om și mediu și înțelegerii repercusiunilor acțiunilor prezente asupra

lumii de mîine. Prin aceasta el urmărește să ofere omului posibilitatea de a gestiona cu eficiență resursele naturale ale biosferei (fig. 3).

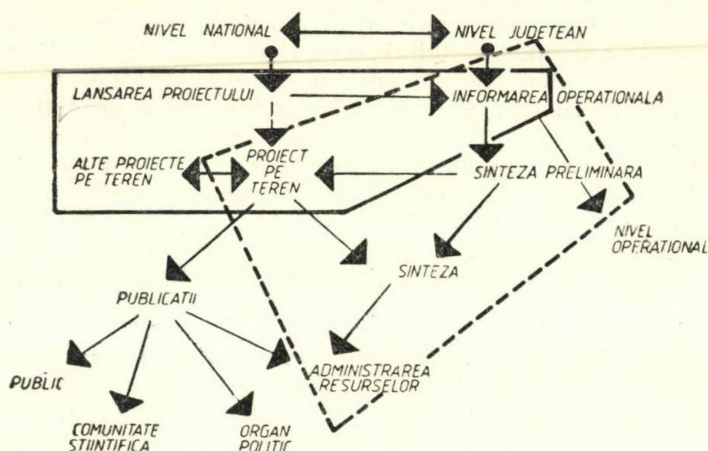


Fig. 3. — *Programul Om-Biosferă. Lansarea unui proiect de analiză și operațiile conexe.*

La a XIX-a sesiune de la Nairobi din 1976, conferința UNESCO a recomandat ca programul Om-Biosferă să aibă mai mulți specialiști în științele sociale. Sugestiile făcute menționau :

— concentrarea cercetării asupra problemelor concrete și practice ale gestiunii resurselor ;

— cooptarea unui număr de planificatori și de responsabili care să colaboreze cu cercetătorii din domeniul științelor naturale și științelor sociale ;

— recurgerea la conceptul integrator de „sistem de exploatare de către om“, destinat teritoriului de studiat.

Două din cele 14 teme principale de cercetare ale programului Om-Biosferă și anume „Consecințele reciproce ale evoluției demografice și genetice și transformarea mediului“ și „Percepția calității mediului“ au o pronunțată tentă sociologică.

Programul Om-Biosferă este, după cum ne arată și numele, dar și programele pe care le studiază, o asociere

între ecologie, sociologie economie și tehnologie. El a reieșit din necesitatea de a *acționa* în vederea protejării și optimizării mediului ambiant, după ce a fost evident că ecologia singură poate prezenta doar un tablou al situației, un îndemn, dar nu o acțiune.

În acest context, Bennett a propus în 1980 adoptarea conceptului de sistem socio-natural care, sprijinindu-se pe baze deopotrivă culturale și ecologice, să ducă spre o teorie mult mai generală a ecosistemului. În această perspectivă elementul uman ar apare pe de o parte ca factor capabil să modifice fenomenele naturale și, în același timp, ca produs sau rezultantă a evoluției lor. Acest concept de sistem socio-natural — cu multe inspirații din bionică — se poate aplica agrosistemelor, sistemelor urbane și rurale, sistemelor extractive etc.

În cazul sistemului de extracție se poate stabili o clasificare după resursele principale pe care el le conține : lemnul, resurse marine, minerale etc. ; acestea se pot apoi subdivide pe nivele biologice, ceea ce permite să se lege și să se integreze practica culturală cu știința ecologică. Bennett nu merge însă pînă a propune ca ecosistemul să aibă granițe administrative, deși sistemul său de exploatare socio-natural o sugerează.

Programul Om-Biosferă are marele merit de a fi încercat să facă din ecologie o știință care să transforme Terra, deopotrivă pe bazele științelor naturale și pe cele ale societății omenești. El a simțit — lucrînd — că ecosistemul definit de Tansley aparține unei lumi care pare a nu cunoaște elementul uman ; în același timp Programul a intuit că aceste ecosisteme, prin implicarea elementului uman pot deveni entități bine delimitate și bine gestionate.

1.6. **Ecologia ca știință a ecosistemelor**

În avalanșa deconcertantă a atîtor ecologii, definirea obiectului de studiu poate fi salvatoare.

Într-adevăr, ecologia este una singură atunci cînd studiază ecosistemul, unitatea dintre biotop și biocenoză, cu structura, stabilitatea și productivitatea sa specifică. Dar

sînt ecosistemele bine delimitate, cu granițe inconfundabile și deci cu teritorii care pot fi cercetate și optimizate în sensul utilității lor pentru oameni ? Această întrebare subliniază una din lipsurile fundamentale ale definiției ecosistemului.

Ni se spune, lacul este un ecosistem, o insulă formează un ecosistem, o pădure, o poiană dar și o țară, un continent, un ocean sau întregul glob. Lipsa unei delimitări precise — chiar și în situația prezentă, în care majoritatea covîrșitoare a ecosistemelor sînt, în diferite grade, antropizate — a împiedicat ca studiile să devină eficiente prin unirea lor cu hotărîrile factorilor de decizie.

De aceea în diferite teme ale programului Om-Biosferă pe care l-am menționat — dar și cu alte numeroase prilejuri — au fost propuse și întreprinse studii ecologice pentru regiuni bine delimitate, inclusiv — fără a se menționa expres — din punct de vedere *administrativ* (o localitate, o regiune, o insulă). Toate aceste realități, ca și cercetările noastre cu privire la agroecosisteme, ne-au condus la a propune pentru biotop (și deci pentru ecosistem) o dublă delimitare, una — principală —, după criterii administrative și o a doua, după criterii de omogenitate.

Credem că de-a lungul timpului, împărțirea administrativă, posesiunea teritoriilor, s-au realizat și pe baza a ceea ce numim astăzi criterii ecologice, ceea ce nu este de neglijat în propunerea noastră ; mai mult, există posibilitatea ca rectificări teritoriale între două entități administrative, pe aceleași criterii ecologice despre care vorbim, să amelioreze potențialul economic al ambelor ecosisteme. De aici necesitatea ca ecosistemul să aibă o delimitare administrativă, cu factorii de decizie care să dirijeze aplicarea programelor economice și tehnice reieșite din studiile ecologice.

Avantajele acestei delimitări a ecosistemului sînt extrem de mari ; obiectul de studiu capătă contururi precise ; asupra lui se exercită o forță decizională unică ; unitatea studiilor biologice și economice este facilitată. Dezavantajele — care există, ca în oricare demers dialectic, — vor decurge din faptul că unele ecosisteme

se întind „natural“, totuși, dincolo de granițele administrative care, de multe ori, nu opresc decît în oarecare măsură fluxul de materie, energie și informație. Cu toate acestea, trebuie spus că barierele administrative jenează suficient continuitatea ecosistemelor ca să se mai poată vorbi de unitatea lor.

Împărțirea ecosistemului administrativ în subsisteme bazate pe uniformitatea biotopului și asamblarea acestora în funcție de noua „arondare“ înlătură multe din inconvenientele ce pot apărea din dubla delimitare.

Cu această definire a ecosistemului, urmează ca dintre multiplele definiții care se dau ecologiei să fie reținută doar aceea care permite, printr-o formulare simplă și inteligibilă, definirea domeniului de cercetare al acestei discipline : „Ecologia este știința interrelațiilor dintre viețuitoarele care alcătuiesc o biocenoză și dintre acestea și biotop. Ea studiază fluxul de materie, energie și informație care străbate un ecosistem bine delimitat : este deci *știința care studiază ecosistemele* :“

În felul acesta se subliniază că studiul unui sistem supraindividual de tipul populației, chiar integrat în mediu, nu este un studiu ecologic, ci unul de biologie generală, care privește populația respectivă. În acest fel, definițiile care vorbesc despre știința interrelațiilor în sisteme supraindividuale nu sînt exacte, studiile astfel întreprinse fiind numai o parte a cercetării ecologice care trebuie să se termine la nivelul ecosistemului. De aceea definiția lui E. P. Odum care spune că „ecologia studiază nivelurile de organizare superioară celui individual și anume populații, biocenoze, ecosisteme și biosfera“ nu este corect formulată, pentru că studiul populațiilor și biocenozelor trebuie făcut numai în interesul ecosistemelor (biosfera o socotim ca totalitatea ecosistemelor Terrei sau ca ecosistemul Pămînt).

În același timp, toate definițiile care pun accentul pe organism și nu pe nivelurile supraindividuale sînt caduce, considerînd că autecologia nu este altceva decît biologia generală a unui organism, a unei populații sau a unei specii.

În felul acesta ecologia este una singură și ea are un domeniu de studiu bine definit. Ca orice știință cuprinde o parte teoretică — cunoașterea interrelațiilor din natură — și o parte practică, posibilitatea aplicării cunoașterii fluxurilor de materie, energie și informație în optimizarea unor ecosisteme, a unor regiuni.

Cibernetica și informatica au venit în ajutorul ecologiei înlesnind înțelegerea fenomenelor de autoreglare și de feed-back și ușurînd administrarea și transformarea teritoriilor, ecosistemelor. Odată cu aceasta, ecologia moralei, ecologia spiritului și multe alte ecologii vor deveni doar figuri de stil.

Definiția noastră își are rădăcinile direct în gîndirea lui E. Haeckel care asemănînd o porțiune din natura studiată cu o casă (oikos) a făcut o analogie sau o metaforă cu înțelesuri adînci : în decursul timpului casa apare ca un produs al civilizației, al omului deci, care — pentru a fi înțeles — pretinde o perspectivă și o examinare analitică.

Evoluția ecologiei s-a accelerat atunci cînd apariția fenomenului de poluare a pus în evidență fragilitatea echilibrului biologic pe Terra și posibilitatea ca degradarea unor ecosisteme să atragă după sine modificări bruște, catastrofale, în ecosistemele vecine. În același context, ecologia s-a evidențiat prin posibilitățile pe care le are de a optimiza teritorii întregi, de a le gospodări în așa fel încît fluxul material, energetic și informațional care intră într-un ecosistem să fie mărit și transformat în produse de utilitate remarcabilă.

Este de înțeles că pînă în jurul deceniului 5 al secolului nostru sensurile ecologiei puteau fi diverse, după profesia de bază a cercetătorilor *) (zoologi, geobotaniști, fiziologi, geografi, climatologi etc.) ; diversitatea a servit la strîngerea unui bogat material faptic, la sublinierea rolului fiecărei discipline în ceea ce urmează să fie sinteză ecologică.

După formularea conceptului de ecosistem și după introducerea teoriei sistemelor și a principiilor de ciberne-

---

*) Un entomolog dădea metodologia de urmat în ecologie : firește în ecologia insectelor (Southwood T.R.E., 1971 — *Ecological methods*, Chapman § Hall, Londra).

tică și informatică în ecologie, după definirea acesteia în concordanță cu factorii sociologici și după propunerea ca ecosistemul să aibă o delimitare dublă, — 1) administrativă și 2) după criteriul uniformității biotopului — formula prin care ecologia trebuie definită este aceea expusă de noi și care — reamintim — spune în esență că ea este știința ecosistemelor bine delimitate.

Avantajele și importanța unei discipline care are un asemenea domeniu și obiect de cercetat sînt deopotrivă de ordin axiologic și praxiologic. O astfel de știință poate contribui substanțial la administrarea și fertilizarea tuturor teritoriilor și la protecția mediului înconjurător. De asemenea, prin gîndirea pe care o dezvoltă, prin înțelegerea dialectică a lucrurilor și a fenomenelor, ea are o deosebită valoare morală și educațională. Este de așteptat ca, în perspectivă, ecologia să țină seama tot mai mult de factorul uman, datorită civilizației și tehnicii acestuia care pot determina schimbări radicale și neașteptate în ecosistem. Mai ales că, adesea, condițiile sociale și tehnologice ale esenței umane se schimbă așa de repede încît cercetarea ecologică ignoră experiența acumulată de-a lungul timpului în fenomenele socio-culturale, de unde un decalaj între dorințe și aspirații, pe de o parte, și ritmul actual al progresului.

Revine că un alt rol pe care trebuie să-l joace ecologia constă în a stabili legăturile cele mai bune între societatea umană și mediu, pentru optimizarea teritoriilor, a capacității lor productive și a posibilităților pe care le au de a întreține viața în cele mai bune condiții.

Mai poate reieși din aceasta, necesitatea uniunii între factorii de decizie (care într-o democrație sînt reprezentanți aleși ai poporului) și ecologul, ca un specialist cu profunde cunoștințe enciclopedice *).

1.7. Ecologia și protecția naturii

Alăturarea a două științe puternic înrudite dar totuși distincte, cum sînt ecologia și protecția naturii, este absolut necesară și binevenită în campania de cucerire a

---

*) Cîteva orașe din Comunitatea Economică Europeană au instituit, pe lîngă primari, consilieri în probleme ecologice.

publicului în sprijinul acestor discipline, avînd în vedere importanța lor pentru viitorul planetei. Prima, ecologia, poate optimiza la maximum producția utilă a unor teritorii, în timp ce a doua — protecția naturii—, care se poate dezvolta cel mai bine pe criterii ecologice, asigură menținerea unui mediu înconjurător prosper și salubru.

Sprijinul opiniei publice este necesar pentru că adesea măsurile de protecție a mediului vin în contradicție cu anumite maniere de a înțelege economia, cu dorința de profit imediat, cu bunul plac, lăcomia și cupiditatea sau cu proiecte „de prestigiu" faraonice.

De aceea cu cît campania în favoarea ecologiei și a protecției mediului înconjurător va fi mai susținută și cu cît vor fi mai numeroase personalitățile care o vor sprijini, cu atît importanța acestor domenii de investigații va fi subliniată și aplicarea lor facilitată. Există însă necesitatea ca majoritatea personalităților care se angajează în susținerea acestei cauze să fie, cel puțin în cazul ecologiei, specialiști ai acestei discipline sau oameni de mare cultură.

În domeniul protecției naturii problema se pune în termeni diferiți, pentru că orice cetățean care iubește natura poate spune lucruri convenabile și poate întreprinde sau sprijini acțiuni benefice. Măsura în care personalitatea angajată în protecția mediului înconjurător este cunoscută — datorită succeselor sale profesionale, caracterului și calităților sale — se reflectă în rezultatele pe care le obține cauza servită. De aceea este extrem de folositor ca în protecția naturii toți cei care au ceva de spus — indiferent de profesie — să o facă, acordînd în același timp tot sprijinul lor moral, material și spiritual „apărătorilor naturii".

Ecologia, revenim, este nu o cauză pentru care trebuie militat, ci o știință. De aceea, în domeniul ecologiei trebuie să aibă acces numai oamenii de știință, cei care caută adevărul și care știu să-l găsească și să-l folosească.

Dar cine poate să fie ecolog ? Am văzut, ecologia presupune numeroase cunoștințe — cele mai multe din științele naturii — dar, de asemenea, și din domeniul eco-

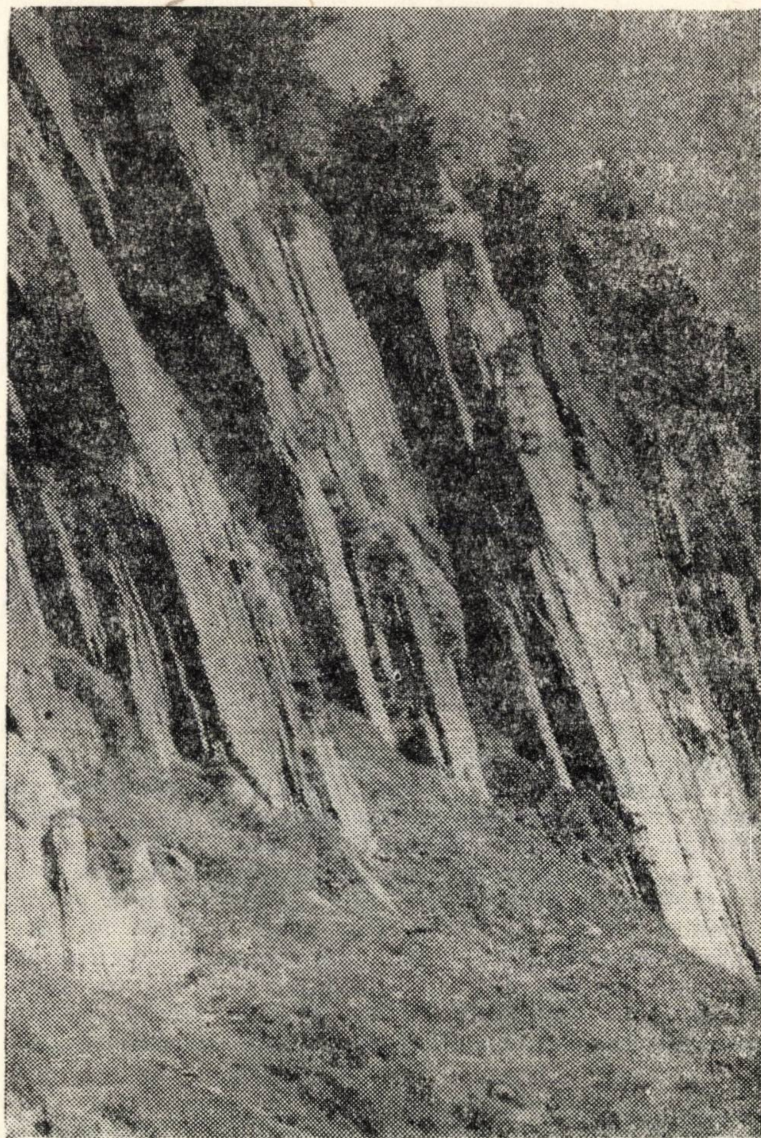


Fig. 4. — *Neasemuitele frumuseți ale naturii.*

nomiei politice și al sociologiei (pentru că majoritatea ecosistemelor sînt sisteme antropice). Într-o anumită măsură și într-un anume sens, ecologul trebuie să fie un enciclopedist. Îi sînt necesare cunoștințe din toate domeniile biologiei, de la taxonomie la genetică și de la biochimie la anatomie și morfologie ; îi sînt necesare cunoștințe despre sol, despre fizică și chimie, cunoștințe economice și antropologice, de etnologie și etologie. Într-un cuvînt, cunoștințe despre toate. Așa se face că profesia „de bază" a ecologului care posedă o asemenea instrucție și cultură nu are mare importanță. Lucrînd în echipe de specialiști pentru fiecare din marile grupe de probleme ce trebuie rezolvate în studiul biotopului și al biocenozei, el are datoria de a asambla — cu viziunea sa de enciclopedist, cu știința sa de specialist — datele pe care colaboratorii săi din diferite domenii i le furnizează cu privire la relațiile din ecosistem, la fluxul de materie, energie și informație care străbate ecosistemul studiat. Specialiștii care lucrează împreună la rezolvarea acestor probleme sînt ecologi numai în măsura în care datele lor se integrează în studiul ecosistemelor și numai pe durata cît această integrare are loc. În rest, ei rămîn specialiști ai disciplinelor lor.

Pentru a fi ecolog trebuie o gîndire sintetică, cunoștințe deosebite, imaginație, simț de anticipație și o inteligență la fel de vie ca cea solicitată de toate disciplinele științelor și spiritului uman.

Cu motivațiile de mai sus resubliniem necesitatea ca, în situația contemporană, în care transformările tehnologice revoluționează adesea deopotrivă mediul natural și societatea, problemele de ecologie să fie tratate împreună cu problemele protecției naturii ; în felul acesta se pot mobiliza părți importante din opinia publică în sprijinul protecției mediului ambiant, sub egida unei științe și a unor oameni de știință. A devenit necesar ca opinia civică să fie mai activă și mai critică față de anumite transformări și amenajări, pentru a împiedica distrugerile care lezează patrimoniul natural și cultural al unei țări, transformări care nu se dovedesc, în perspectivă, utile societății. Militantismului ei poate susține progresul în toate ramurile activității umane, inclusiv în acela care

păstrează natura, în bogăția ei superbă, drept matrice a dezvoltării cultural-sociale.

Acest tandem — ecologie-protecția naturii — funcționează atît timp cît ambele discipline rămîn entități bine definite, cu responsabilități precise : ecologia va studia un anume ecosistem, în vederea cunoașterii fluxului de substanță, energie și informație care-l străbate, iar protecția mediului va apăra natura și o va amenaja în așa fel încît ea să realizeze cel mai bun cadru de viață pentru umanitate.

ECOSISTEMUL

2.1. Noțiunea de ecosistem. Delimitare. O nouă definiție

Un ecosistem este prin definiție un sistem, adică un ansamblu de elemente care se găsesc în interacțiune formînd un tot unitar, ale cărui proprietăți sînt superioare, sau calitativ altele, decît suma caracteristicilor elementelor constitutive.

Conceptul de ecosistem, introdus de Tansley în 1935, imaginat și prezentat sub numele de microcosmos de către Forbes (1887) și sub numele de holocenoză de către Friederichs (1930) se definește curent ca *sistemul format din totalitatea ființelor (biocenoză) care locuiesc un anume mediu abiotic, omogen din punct de vedere topografic, climatic și biochimic numit biotop.* Din punct de vedere termodinamic, ecosistemul este relativ stabil, intrările fiind alcătuite în covîrșitoare majoritate din energia solară, din precipitații și substanțe migratoare, în timp ce ieșirile sînt reprezentate — în principal — de căldură, bioxid de carbon, oxigen și materiile pe care le antrenează apa. Omogenitatea relativă a părții abiotice este însoțită și de o anume omogenitate din punct de vedere botanic și zoologic.

Ecosistemul ca unitate de bază, elementară, a ecosferei este alcătuit deci dintr-un biotop și biocenoza care-l locuiește. Această definiție, deși completată cu caracteristicile de omogenitate care se cer în delimitare, arată că

granițele unui ecosistem sînt de cele mai multe ori neclare și greu de definit.

Se afirmă, de exemplu, că lacul este un ecosistem deoarece el este distinct de formațiuni vecine cum ar fi cîmpia, lunca și pădurea. Acest lac prezintă două componente diferite și anume apă și substanțele dizolvate care reprezintă mediul fizic și chimic, abiotic, și plantele și animalele care trăiesc în apă și care formează elementul biotic, biocenoza. Între mediul abiotic și biocenoză există numeroase relații de intercondiționare care dau anumite caractere proprii acestui ecosistem ; de-a lungul său circulă un anumit flux de energie, informație și materie care, de asemenea, definește ecosistemul ca stabilitate și productivitate.

Deși cazul acesta poate face o imagine despre „granițele" unui ecosistem, o analiză atentă arată că, în fapt, prin definiția dată un ecosistem se poate delimita cu greu. Chiar exemplul nostru „foarte sigur", lacul, poate prezenta în adîncime mai multe straturi printre care unele chiar lipsite de posibilitatea de a se întreține cu energie fotosintetizatoare. Deși vom continua să susținem că ne aflăm și în acest caz în fața unui ecosistem — cu mai multe subsisteme, sau cu mai multe porțiuni deosebite între ele — numeroși ecologi vor menționa că ne aflăm în fața a 2-n ecosisteme.

S-ar putea spune că în acest ultim caz este vorba doar de interpretare și de concepții diferite. Dar în întreaga natură omogenitatea unor regiuni este numai aparentă — atunci cînd ea există, totuși, între anumiți parametri — formele de relief, structura solului, caracteristicile geoclimatice în general deosebindu-se cu frecvență uimitoare. Ar însemna că delimitarea unui ecosistem de oarecare întindere este imposibilă. Apoi între ecosisteme intervin decalaje enorme dacă ne oprim la exemplul „un lac este un ecosistem" ; pentru că putem avea lacul Ladoga (17 600 km^2) și micile lacuri care însoțesc Delta Dunării (cîțiva km^2), sau vorbind de înălțimi : podișul Tibetan cu platoul Bucegilor, sau un petec de cîmpie din țara Făgărașului cu imensitatea Bărăganului.

Lipsa unor granițe pentru un ecosistem îl face pe acesta creația unui cercetător ; lucrurile studiate într-un astfel de ecosistem vor avea — în cea mai mare parte — valoare teoretică, o valoare abstractă.

În cadrul programului Om-Biosferă toate aceste neajunsuri au fost resimțite din plin și adesea lucrările practice, amenajările și optimizările s-au făcut pe o unitate de teren, fie delimitată natural (cum ar fi o insulă), fie delimitată artificial, după criterii diverse, cum ar fi — de pildă — interesele populației din zonă.

Apare clar că pentru a putea optimiza un ecosistem este necesar ca acesta să aibă o dublă delimitare, în primul rînd administrativă și apoi bazată pe uniformitatea biotopului. În cazul, cel mai des întîlnit, în care biotopul nu are omogenitatea necesară pentru a defini întreaga suprafață delimitată administrativ, studiul poate fi efectuat în cadrul acestui ecosistem considerat, pe subdiviziuni care — de data aceasta — vor avea drept criteriu de delimitare numai structura biotopului natural.

Determinarea administrativă permite factorilor de decizie să ia acele măsuri care pot îmbunătăți randamentul ecosistemelor și care le pot ține într-un echilibru dinamic cu ecosistemele vecine ; subsistemele, componente ale acestui ecosistem administrativ, se supun studiului ecologic clasic iar asamblarea lor poate fi făcută cu ușurință (fig. 5).

Relațiile care se stabilesc la acest nivel definesc ecosistemul ca o entitate stabilă, ca un obiect de cercetat cu implicații care țin, în primul rînd, de economia și gospodărirea părții din natură și societate pe care o reprezintă.

Ar urma, pentru ca definiția să fie exactă, modificarea ei în sensul cuprinderii delimitării administrative. *Ecosistemul este deci format din o biocenoză și biotopul pe care-l ocupă, biotop determinat pe criterii administrative și de omogenitate.*

Studiul ecosistemului cuprinde cunoașterea amănunțită a biotopului — în fapt a factorilor abiotici care-l caracterizează și-l compun —, a alcătuirilor și relațiilor existente în biocenoză, a fluxului de energie și materie

care străbate ecosistemul, precum și a resurselor naturale utilizabile în economie ; se mai poate adăuga acestora și valoarea sociologică reieșită din o mulțime de factori cum ar fi cei estetici, culturali etc.

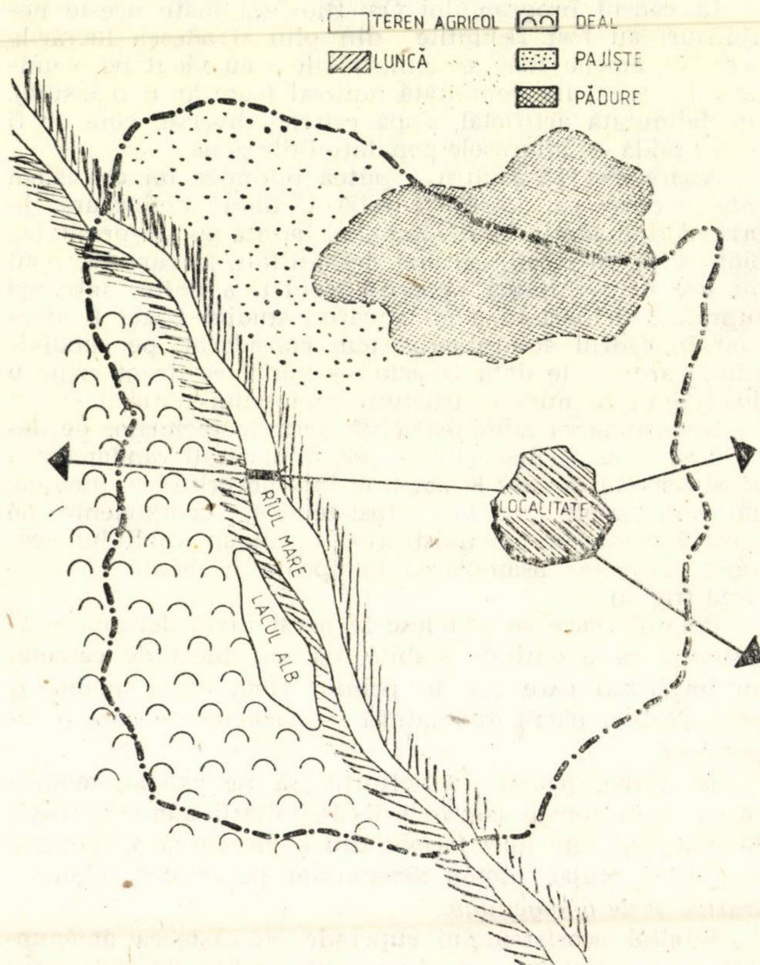


Fig. 5. —*Dubla delimitare a unui ecosistem și relațiile care-l determină și caracterizează.*

2.2. Biotopul

2.2.1. Factorii mediului abiotic și implicațiile lor în ecologie.

Toate elementele mediului abiotic exercită influențe asupra organismelor din natură dar, desigur, aceste influențe sînt — după caracterul lor dar și după complexul conjunctural — de diferite valori și importanțe. Există o împărțire a tuturor acestor factori în două mari categorii, după felul în care ei acționează asupra biocenozei.

Astfel, unii factori — cum ar fi de pildă — anotimpurile, mareele, inundațiile, intensitatea și direcția principală a curenților de aer au o anumită *periodicitate*; aceasta impune o adaptare și limite de toleranță largi tuturor populațiilor care alcătuiesc biocenoza.

O a doua categorie de factori se caracterizează prin *variații neregulate*; ei se află, de asemenea, în cadrul regimurilor de periodicitate dar capătă valori care depășesc limitele de toleranță ; așa sînt, de pildă, temperaturile din iarnă și vară cu valori excesive care întrec cu mult media multianuală. Aceste variații devin factori limitanți, capabili să reducă în mod drastic numărul indivizilor unor populații, mergînd pînă la eliminarea speciei sau crearea unor genotipuri diferite de cele ale populației inițiale.

În general se poate spune că factorii abiotici pot avea asupra viețuitoarelor cinci impacte principale și anume :

— neadmiterea sau eliminarea unor specii din teritoriile ale căror caracteristici climatice și fizico-chimice nu le sînt favorabile ;
— influențarea repartiției lor geografice ;
— provocarea de migrații ;
— modificarea densității speciei prin influențarea procentului de fecunditate și de mortalitate ;
— favorizarea apariției de modificări adaptative.

În explicarea acțiunii factorilor abiotici asupra viețuitoarelor nu vom mai relua legea minimului pe care Liebig a formulat-o încă din 1840 și nici legea factorilor limitativi derivată din prima, dat fiindcă ele sînt astăzi ușor de sesizat ; vom menționa numai noțiunea de *factor limitant* aplicabilă nu numai elementelor fără de care

viaţa nu este posibilă ci tuturor factorilor abiotici, atît pentru limita lor inferioară cît şi pentru limita lor superioară. Cele două extreme delimitează pentru fiecare organism praguri de toleranţă între care se situează optimul său de dezvoltare.

2.2.2. Factorii climatici.

Temperatura. Pentru o anumită specie, temperatura optimă este aceea în care creşterea şi dezvoltarea indivizilor se fac cu cele mai mici pierderi de energie. Rezultă că diferitele faze de dezvoltare ale organismelor necesită o anumită temperatură pentru ca pierderea de energie despre care aminteam să fie minimă. Speciile sînt adaptate la un anume regim termic şi la anumite variaţii ale acesteia. Pentru ca un organism să poată face parte dintr-un ecosistem anume, el trebuie să întrunească o sumă de grade necesare dezvoltării sale normale. Astfel, o cultură de grîu se va putea maturiza numai dacă va beneficia de cantitatea de căldură exprimată prin suma de grade de valoare *a*.

Viteza de dezvoltare la temperatură constantă este ilustrată printr-o curbă reprezentînd ecuaţia $D(T-K)$ în care $D =$ durata dezvoltării iar $T - K$ diferenţa între temperatura la care a fost supus animalul în dezvoltare şi temperatura K de zero-dezvoltare.

Limita superioară de temperatură pe care o suportă organismele este aproximativ 90°C şi ea permite încă vieţuirea unor bacterii şi chiar a unor alge albastre din genurile *Phormidium* şi *Oscillatoria.* Limita inferioară a temperaturilor suportate este mult mai mare, mergînd pînă la —272° C pentru unele nematode şi la —192° C pentru unele rotifere.

În acelaşi context se determină temperatura letală inferioară şi temperatura letală superioară ; temperatura minimă efectivă, care este temperatura cea mai joasă la care un organism îşi mai desfăşoară activitatea normală şi temperatura maximă efectivă, reprezentînd cea mai înaltă temperatură la care organismul îşi continuă viaţa obişnuită ; temperatura de toropeală prin frig şi temperatura de toropeală prin căldură.

Importanța preferințelor termice nu poate scăpa nimănui ; temperatura este unul din factorii care determină repartiția viețuitoarelor în diferite ecosisteme, consumul de hrană, felul lor de trai. Diferențe dintre cele mai mici și variații zilnice care pot părea banale sînt încorporate în aceste preferințe termice și reprezintă atuuri în supraviețuire și productivitate (fig. 6).

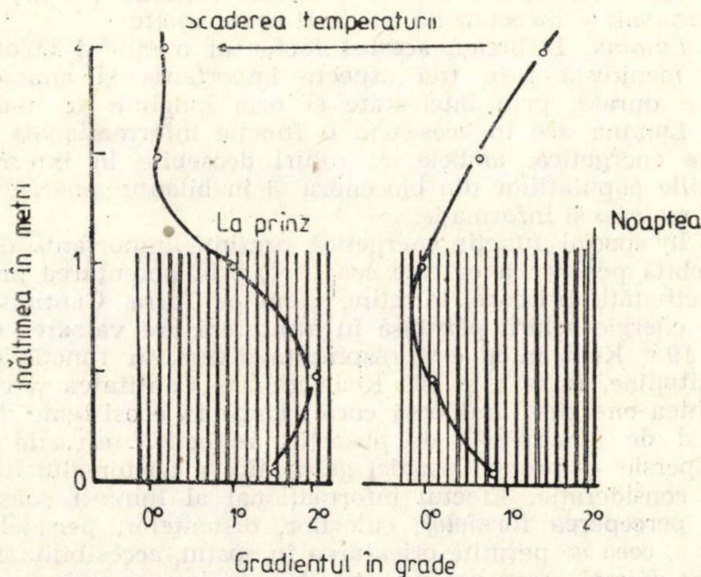


Fig. 6. — *Gradientul de temperatură : noaptea (în luna mai) în mijlocul masei de graminee este mai rece decît la sol și în aer ; în timpul zilei fenomenul este invers (după Geiger, 1957 — din Dajoz.)*

Temperatura determină adaptări morfologice și se cunosc numeroase forme în care acestea au încercat să fie prinse, fără ca ele să aibă totuși o valabilitate fără reproș. În general însă, raportul suprafață/volum și întinderea formațiunilor izolante, cum ar fi pielea și fanerele, au un rol în rezistența la temperaturi mari.

În afara adaptărilor morfologice există de asemenea numeroase adaptări fiziologice, ecologice și etologice. Primele se pot exprima prin vasodilatare periferică și prin transpirație cutanee (la căldură), printr-o deshidratare progresivă care mărește presiunea osmotică a lichidelor interne (pentru rezistența la temperaturi joase) ; adaptările ecologice și etologice sînt și ele destul de numeroase și complicate : îngroparea în sol în anumite perioade, a organismelor, modificarea ritmului cotidian (în deșert scorpionii și insectele nu ies decît noaptea) etc.

Lumina. Influența acestui factor al mediului abiotic se manifestă prin trei aspecte importante și anume : prin durată, prin intensitate și prin lungime de undă. Lumina are în ecosistem o funcție informațională și una energetică, ambele cu roluri deosebite în interrelațiile populațiilor din biocenoză și în bilanțul energetic, de materie și informație.

În special funcția energetică prezintă importanță deosebită pentru că ea este cea care, prin potențarea productivității primare, întreține viața pe Terra. Cantitatea de energie solară pătrunsă în atmosferă are valoarea de $5 . 10^{20}$ Kcal/an și este răspîndită divers, în funcție de latitudine, între 2 și 200 Kcal/cm^2/an. Cantitatea și calitatea energiei luminoasă care ajunge în ecosisteme depind de fenomenele de absorție, reflecție, refracție și dispersie — proprii poziției geografice a teritoriului luat în considerație. Efectul informațional al luminii constă în perceperea formelor, culorilor, distanțelor, peisajelor etc..., ceea ce permite orientarea în spațiu, accesibilitatea. Sînt animale care pot percepe chiar și lumina polarizată, folosind-o drept călăuză în deplasarea lor. De asemenea, multe specii de păsări călătoare sînt capabile să utilizeze lumina stelară, precum și forma și poziția unor constelații, repere pentru sborurile lor îndelungate.

Cantitatea de energie prinsă la suprafața pămîntului este în legătură cu durata zilei, cu unghiul de incidență al razelor solare și cu transparența aerului. Absorbția radiațiilor este, după cum se știe, mai mare la altitudini și, de asemenea, mai mare în apă decît în aer.

Poziția geografică, împreună cu implicațiile sale climatice — temperatura și lumina — poate imprima adap-

În afara adaptărilor morfologice există de asemenea numeroase adaptări fiziologice, ecologice și etologice. Primele se pot exprima prin vasodilatare periferică și prin transpirație cutanee (la căldură), printr-o deshidratare progresivă care mărește presiunea osmotică a lichidelor interne (pentru rezistența la temperaturi joase) ; adaptările ecologice și etologice sînt și ele destul de numeroase și complicate : îngroparea în sol în anumite perioade, a organismelor, modificarea ritmului cotidian (în deșert scorpionii și insectele nu ies decît noaptea) etc.

Lumina. Influența acestui factor al mediului abiotic se manifestă prin trei aspecte importante și anume : prin durată, prin intensitate și prin lungime de undă. Lumina are în ecosistem o funcție informațională și una energetică, ambele cu roluri deosebite în interrelațiile populațiilor din biocenoză și în bilanțul energetic, de materie și informație.

În special funcția energetică prezintă importanță deosebită pentru că ea este cea care, prin potențarea productivității primare, întreține viața pe Terra. Cantitatea de energie solară pătrunsă în atmosferă are valoarea de $5 \cdot 10^{20}$ Kcal/an și este răspîndită divers, în funcție de latitudine, între 2 și 200 Kcal/cm^2/an. Cantitatea și calitatea energiei luminoasă care ajunge în ecosisteme depind de fenomenele de absorție, reflecție, refracție și dispersie — proprii poziției geografice a teritoriului luat în considerație. Efectul informațional al luminii constă în perceperea formelor, culorilor, distanțelor, peisajelor etc..., ceea ce permite orientarea în spațiu, accesibilitatea. Sînt animale care pot percepe chiar și lumina polarizată, folosind-o drept călăuză în deplasarea lor. De asemenea, multe specii de păsări călătoare sînt capabile să utilizeze lumina stelară, precum și forma și poziția unor constelații, repere pentru sborurile lor îndelungate.

Cantitatea de energie prinsă la suprafața pămîntului este în legătură cu durata zilei, cu unghiul de incidență al razelor solare și cu transparența aerului. Absorbția radiațiilor este, după cum se știe, mai mare la altitudini și, de asemenea, mai mare în apă decît în aer.

Poziția geografică, împreună cu implicațiile sale climatice — temperatura și lumina — poate imprima adap-

tări diverse, cum ar fi, de pildă, cea privitoare la perioada de înflorire a unor plante (fig. 7).

Rolul ecologic al luminii constă, în principal, — în afara covîrșitorului său aport în productivitatea ecosistemelor— în determinarea ritmurilor biologice circadiene, lunare, sezoniere și anuale. Adesea ritmurile biologice sezoniere induse de fotoperiodism au legătură cu procesul de reproducere și cu instaurarea diapauzei. Ritmurile circadiene sînt impuse și de numeroase mecanisme interne care le mențin și în împrejurări în care organismul respectiv rămîne o perioadă mai mare de 24 de ore în obscuritate totală sau, dimpotrivă, în lumină continuă ; aceasta arată că ritmurile circadiene au un suport genetic, că adaptările s-au făcut de-a lungul unor mari perioade de timp.

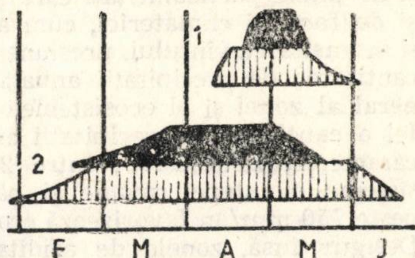


Fig. 7. — *Adaptarea plantelor de primăvară. Durata de vegetație la* Ficaria verna *în regiunea (1) Harkov (URSS) și în (2) Hertfordshire (Marea Britanie). — în hașuri perioada de vegetație ; în negru perioada de înflorire.*

Ritmurile pe care le imprimă viețuitoarelor satelitul pămîntului, Selena, sînt cunoscute la numeroase plante și animale, cele mai spectaculoase exemple prezentîndu-le unele specii de polichete ; *Eunice viridis* în jurul insulelor Samoa și Fidji și *Polyphtalmus* în M. Mediterană : acestea se înmulțesc abundent și caracteristic numai în anumite faze ale lunii.

Apa, umiditatea. Importanța apei pentru viața organismelor este în toate împrejurările extrem de mare, determinantă în cele mai multe cazuri. Conținutul mare în apă al organismelor permite o facilă acțiune a proceselor de termoreglare, o bună conductibilitate termică, o mare putere de solvire și posibilități extrem de ridicate de

combinații ; fără a mai vorbi de rolul covîrșitor pe care apa îl are în funcționarea normală a organismelor !

Cantitatea de precipitații primită de un anume ecosistem terestru depinde de poziția sa geografică, precum și de unele particularități care țin de structura biocenozei și de factorii climaterici, cum ar fi temperatura, direcția și intensitatea vîntului, presiunea atmosferică. În principiu, cantitatea de precipitații anuală determină caracterul general al zonei și al ecosistemelor pe care le acoperă. Astfel o cantitate de precipitații cuprinsă între 0-25 mm/an caracterizează deșertul ; între 250-750 mm/an avem ecosisteme cu stepe, savane și păduri iar precipitațiile de peste 750 mm/an favorizează ecosistemele cu păduri dense. Desigur însă, zonele de ariditate sînt mult mai numeroase și mai strict delimitate, așa cum o arată exemplul pe care-l furnizează harta Australiei din fig. 8.

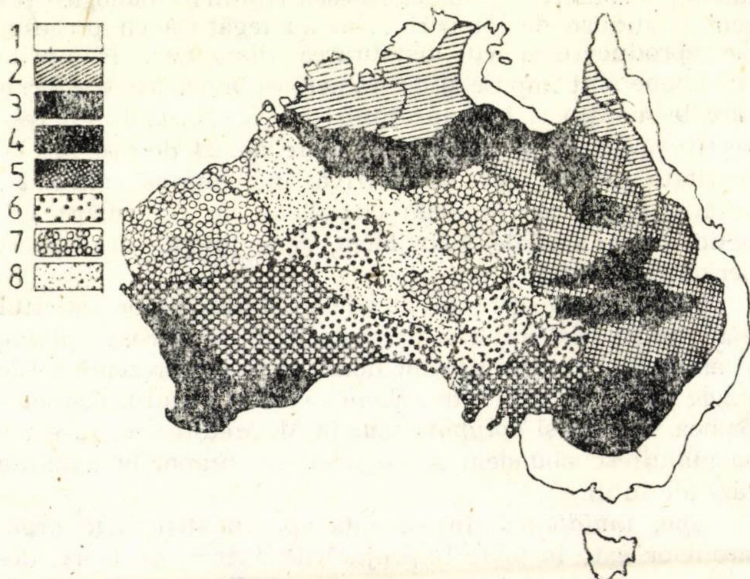


Fig. 8. — *Atlas de ariditate pentru Australia.*
1 = umiditate constantă ; 2 = secetă foarte rară (frecvență 5%); 3-5 = secetă frecventă și foarte frecventă ; 6 = secetă continuă (75-90%) ; 7 = secetă absolută ; 8 = deșert de nisip.

Repartizarea precipitațiilor de-a lungul unui an are de asemenea o importanță deosebită asupra structurii ecosistemului întrucît constanța, periodicitatea sau caracterul lor aleatoriu imprimă anumite sensuri de structurare și de dezvoltare.

În același context, și nu fără legătură cu caracterul precipitațiilor, un mare rol revine umidității relative a aerului, definită ca raportul dintre cantitatea de vapori existenți la un moment dat în atmosferă și cantitatea maximă de vapori ce ar putea fi conținuți, în aceleași condiții de presiune și temperatură ; ea se exprimă în procente față de nivelul de saturație.

Un alt indice important în caracterizarea gradului de umiditate al unui ecosistem este *deficitul de saturație*, care reprezintă diferența dintre presiunea maximă a vaporilor de apă la o anumită temperatură și presiunea reală a vaporilor, în aceleași condiții de temperatură. Cu cît deficitul de saturație este mai mare, cu atît producția plantelor este mai mică, pentru că ea se realizează în condițiile unei evaporații și ale unei evapotranspirații extrem de rapide.

Organismele, în funcție de nevoile lor de apă, se împart în următoarele categorii :

— organisme acvatice sau hidrofile ;

— organisme higrofile (de tipul amfibiilor adulte) care au nevoie de medii foarte umede ;

— organisme mezofile, cu nevoi moderate de apă, capabile să suporte alternanța sezon umed-sezon uscat ;

— specii xerofile, care trăiesc în mediu uscat sau cu deficit pronunțat de apă, așa cum sînt lichenii sau cactușii.

În cadrul categoriilor de mai sus putem avea specii stenohidrice și specii eurihidrice, în funcție de valența ecologică a fiecărei componente a ecosistemului. În toate cazurile, indiferent de cantitatea sa, apa rămîne un factor de viață esențial, influențînd, împreună cu elementele chimice dizolvate, structura și evoluția biocenozei.

Bilanțul de apă al unor ecosisteme și bilanțul de apă al unor populații și organisme pot da indicații privind abundența vegetației, starea unor culturi sau prezența

unor animale în biocenoză. Apa poate fi luată din mediu odată cu alimentele, pe cale digestivă — deci —, prin tegument, sau poate fi obţinută prin procese metabolice, din oxidarea unor grăsimi, aşa cum este cazul la unele animale din deşert ca dromaderul, unele rozătoare şi insecte. Pierderile de apă au loc prin evapotranspiraţie, prin transpiraţie, prin excreţii urinare şi dejecţii.

La numeroase specii există diferite mecanisme de protecţie împotriva deshidratării ; cele mai multe dintre ele sînt de ordin morfo-anatomic, dar există — realizate de-a lungul timpului — nenumărate mecanisme şi adaptări ecologice şi etologice.

Important este de amintit că umiditatea poate avea influenţă asupra longevităţii şi dezvoltării în lumea vie, mai ales asupra animalelor ; ea influenţează, de asemenea, fecunditatea şi comportamentul. În acest ultim caz, exemplul ţînţarul *Culex fatigans* este semnificativ : o umiditate sub 40% îl face inapt să înţepe şi deci să se hrănească.

Aceste influenţe diverse se concretizează în repartiţia geografică a speciilor şi deci în compoziţia biocenozelor.

Împreună cu alţi factori de mediu — în principal cu temperatura — umiditatea poate determina o clasificare ecologică a climatelor care să indice repartiţia vegetaţiei.

Redăm, în continuare, cîţiva indici climatici creaţi în acest scop :

Indicele de ariditate Thorntwaite ia în considerare deficitul de apă în perioada secetoasă (d) şi nevoile în apă ale vegetaţiei (n) ; formula sa este :

$$I_a = \frac{100\ d}{n}$$

Indicele xerotermic Gaussen consideră că seceta se instalează atunci cînd precipitaţiile lunare (P), exprimate în mm sînt inferioare dublului temperaturii mediei lunare (T). Acest indice a fost creat pentru a clasa, comparativ, diferite staţii avînd acelaşi număr de luni aride. El ţinea cont de ploile accidentale care pot surveni în timpul lunilor aride, de perioadele cu rouă sau de ceaţă şi de zilele în care umiditatea relativă este mai mare de 40%. Calculul dă numărul de zile fără ploaie dintr-un

an și reprezintă indicele xerotermic. Valorile extreme sînt, evident, 0 și 365 ; iată și cîteva valori intermediare : platourile sahariene au indicele cuprins între 100 și 300 ; în pustiul Sahara el este de 300 ; în regiunea Abidjan numai 12.

Indicele pluviometric (Emberger) se exprimă prin raportul :

$$\frac{(M + m)\ (M - m)}{100\ P}$$

în care : P = precipitațiile anuale în mm

M = media maximelor din lunile cele mai calde

m = media minimelor din lunile cele mai reci

Regiunile cu un același procent pluviometric s-au dovedit a avea analogii interesante în grupele floristice ale vegetației precum și în multe grupe de insecte.

Pe baza acestui indice, precum și pe ritmul factorilor climaterici : precipitații, temperatură, umiditatea atmosferică și lumina, Emberger a clasificat la scară mondială climatele în :

— climate deșertice (în care precipitațiile sînt aleatorii și uneori trec ani pînă se produc) ;

— climate nedeșertice (în care regimul pluviometric este regulat) ;

— climate intertropicale (unele sînt izotermice, cu sau fără regim uscat) ; acestea sînt climatele ecuatorial și subecuatorial ;

— climatele tropicale, cu regim termic constant cald, cu diferențieri sezoniere determinate de regimul de precipitații ;

— climatele extratropicale : a) climatele oceanice fără sezon uscat ; b) climatele continentale cu sezon uscat iarna și c) climatele mediteraneene cu sezon uscat vara ;

— climatele subpolare și polare, caracterizate doar de un fotoperiodism sezonier.

Umiditatea relativă este un factor care se ia în considerație în caracterizarea dinamicii populațiilor din ecosistem și a gradului de realizare a producției și produc-

tivității primare potențiale. Măsurarea umidității relative se face cu ajutorul unui psihometru alcătuit din 2 termometre identice, dintre care unul are rezervorul acoperit cu un strat subțire de apă indicînd o temperatură *t'*, inferioară temperaturii *t* din aer. Diferența *t-t'* este cu atît mai mare cu cît aerul este mai uscat ; relația care se stabilește este de forma $h_r = F - Kf\ (t-t')$ în care : f = presiunea atmosferică și K = o constantă egală cu 0,00079 pentru t' mai mare decît 0°C și egală cu 0,00069 pentru t' mai mic decît 0°C.

Umiditatea relativă este raportul exprimat în procente al presiunii reale de vapori de apă f la presiunea de vapori saturată F la aceleași temperaturi ; $h_g = \frac{f \cdot 100}{F}$ diferența dintre F și f reprezintă deficitul de saturație (df = F — f).

Pentru calcularea evapotranspirației se folosește frecvent formula $ET_p = (R_g + 50) \cdot 0{,}4 \frac{t}{t+15}$ în care evapotranspirația (ET_p) este exprimată în mm de apă ; R_g = radiația solară globală iar t = temperatura medie a aerului.

Cu ajutorul evapotranspirației se poate calcula indicele de umiditate (Thorntwaite) după formula :

$$I_u = \frac{100\ s - 60\ d}{ET_p}$$

în care : d = deficitul de apă în perioada secetoasă iar s = excesul de apă în perioada umedă (capacitatea de reținere a apei fiind fixată arbitrar la 100 mm/an).

Climatele semiaride au un indice de umiditate cuprins între 20 și 40 ; climatele aride au un indice inferior cifrei 40 iar climatele hiperaride depășesc cifra de 57.

Alături de aceste tipuri de indici, în studiile privitoare la umiditate — și în legătură cu aceasta și la temperatură — se folosesc frecvent așa-numitele *climagrame*, reprezentări grafice care plasează temperaturile pe ordonată și precipitațiile pe abcisă. Figura astfel obținută permite — prin comparare — să se pună în evidență, cu ușurință, diferențele sau asemănările climatice dintre 2

sau mai multe stațiuni cercetate. Uneori în climagrame se introduc în locul precipitațiilor umiditatea relativă și evaporația în locul temperaturii (fig. 9).

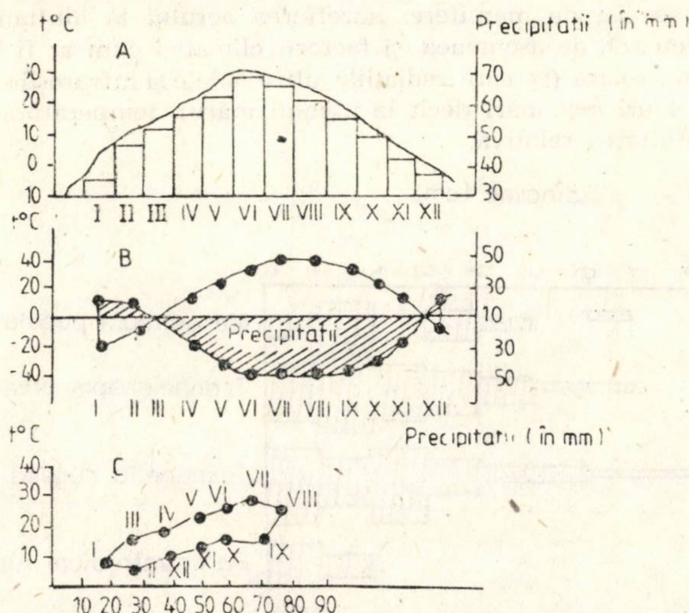


Fig. 9. — *Exemple de climagrame : A = model Bremer ; B = model Formozov ; C = model Bool și Cook.*

2.2.3. **Factorii geologici, edafici, geografici.**

Această categorie de factori este extrem de importantă pentru înțelegerea spațială a relațiilor pe care le prezintă un ecosistem. Poziția geografică a unui anume teritoriu permite încadrarea sa într-o anumită zonă climatică, delimitată prin coordonate de longitudine și latitudine. În același timp trebuie luat în considerație orice amănunt de microclimat, cum ar fi expunerea față de soare a biotopului, curenții de aer care-l acoperă etc. La o aceeași latitudine și la o aceeași longitudine, altitudi-

nea determină condiții climatice deosebite, cu influențe remarcabile asupra biocenozei. Într-adevăr, altitudinea aduce cu sine o scădere pronunțată a presiunii parțiale a oxigenului, fenomen extrem de resimțit de lumea vie, în special de mamifere. Rarefierea aerului la altitudine afectează, de asemenea, și factorii climatici cum ar fi lumina solară (în care radiațiile ultraviolete și infraroșii sînt de 4 ori mai mari decît la nivelul mării), temperatura și umiditatea relativă.

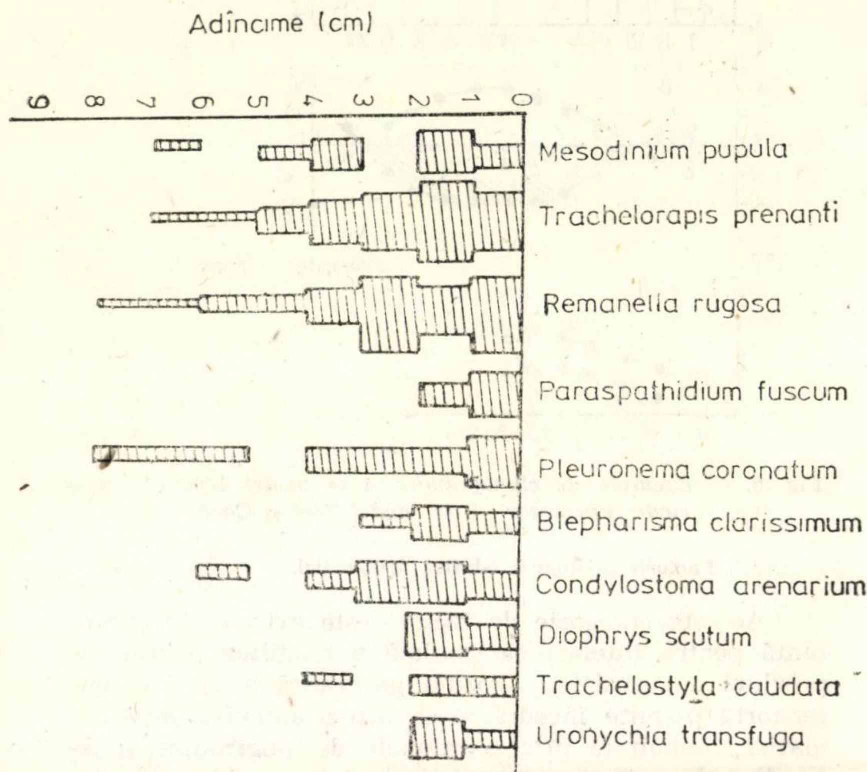


Fig. 10. — *Răspîndirea pe verticală a ciliatelor în nisip de granulație mijlocie la Comorova (după M. Gomoiu).*

În cazul ecosistemelor terestre, textura solului este o caracteristică ce trebuie studiată cu toată atenția și în toate corelațiile în care se prezintă. Textura este identificabilă pe baza mărimii particulelor minerale ce intră în compoziția sa. Ea poate fi argilă coloidală, praf fin, praf mijlociu, praf mare, nisip fin, nisip grosier, pietre și bolovani.

Natura rocii și compoziția ei chimică influențează și imprimă preferințele unei anume vegetații și unei anume populații de animale minuscule, precum și întreaga alcătuire a edafonului (fig. 10).

În legătură cu textura solului, cu natura rocii și cu ceilalți factori climatici, în principal cu umiditatea, trebuie menționată interacțiunea vegetație-umiditate-sol.

În sol apa se prezintă sub formă de apă *higroscopică* (care provine din umiditatea aerului și înconjură particulele de sol ca o peliculă subțire), apa *capilară neabsorbabilă* (ocupă porii cu un diametru mai mic de 0,2 microni), apa *capilară absorbabilă* (ocupă porii cu dimensiuni cuprinse între 0,2 și 8 microni) și apa de *gravitație*, care poate fi de scurgere lentă sau scurgere rapidă. Evaluarea cantității de apă din sol, disponibilă pentru vegetație, se poate face prin determinarea *punctului de ofilire permanentă* — care reprezintă cantitatea de apă, în procente, din greutatea totală care se găsește încă în sol atunci cînd plantele încep să se vestejească. Acest punct fix de ofilire are valoarea de 50% în solurile de turbă, 15% în solurile argiloase și 1,5% în nisipuri cu particule grosiere.

Important de cunoscut este și *potențialul capilar*, care reprezintă logaritmul energiei cu care apa este reținută de către sol. Această energie este cu atît mai mare cu cît solul este mai uscat ; ea se exprimă în cm^3 de apă. Pentru o forță de 1000 cm, potențialul capilar este log. de 1 000, adică 3. R. Dajoz definește patru valori importante ale potențialului capilar :

— capacitatea de reținere sau umiditatea echivalentă, care corespunde unei forțe de sucțiune de 1/3 atmosfere și unui pF = 2,5 ;

— capacitatea de cîmp, corespunzătoare unui pF = 1,8 ; în acest caz toată apa de gravitație cu scurgere ra-

pidă dispare, împreună cu o parte din apa de gravitație cu scurgere lentă ;

— punctul de ofilire temporară, cînd plantele încep să absoarbă apa cu greutate ; pF = aprox. 4 ;

— punctul de ofilire permanentă care corespunde unui pF = 4,2.

Aceste valori pot fi decisive pentru starea vegetației, dar — de asemenea — importante și pentru anumite grupe de animale ; s-a semnalat, de exemplu, că atunci cînd valoarea pF a solului este 2,5 colembolele părăsesc locul, devenit pentru ele neprielnic.

Repartiția edafonului se face, de asemenea, în funcție de umiditate și de textura substratului ; exemplul ciliatelor este unul din numeroasele cazuri care ilustrează această relație.

2.2.4. Factorii mecanici.

În modelarea morfologiei unui biotop și a structurii unui ecosistem factorii mecanici au un rol extrem de pronunțat. Dintre aceștia, vînturile sînt adesea determinante pentru ansamblul transformărilor induse în relieful unor vaste regiuni. Se pot deosebi două mari categorii de curenți de aer și anume : a) una cuprinzînd pe cei care au un regim constant și b) o a doua, în rîndul căreia se găsesc curenți de aer cu regim neperiodic, și în care se remarcă (teribil !) taifunurile și uraganele, datorită forței lor deosebite, extrem de importante din punct de vedere ecologic.

Rolul curenților de aer este multiplu și cel mai adesea greu de prevăzut. Ei pot mări sau micșora temperatura, determină viteza și anvergura evapotranspirației ; au un mare rol de transport, fie al particulelor abiotice, cum ar fi cele de praf sau de nisip, fie al unor componente din biocenoză, de la spori, la polen și chiar la indivizi sau populații întregi. În acest ultim caz, vînturile devin un factor de diseminare a unor specii sau populații, la distanțe care se pot măsura în sute și chiar mii de kilometri.

Vînturile pot determina, mai ales cele cu regim constant, adaptări deosebite în multe grupe de plante și ani-

male, așa cum ne arată frumoasele și interesantele exemple citate de Darwin din insulele Galapagos.

Curenții de aer determină eroziunea eoliană, formează dunele de nisip și modelează continuu morfologia biotopului (fig. 11); ei reprezintă — în același timp — un factor de selecție în populațiile animale și vegetale.



Fig. 11. — *Aspectul dezolant al terenurilor degradate, acoperite odinioară cu păduri impenetrabile (foto R. Gaspar).*

Ionizarea atmosferei este de asemenea un element important pentru un biotop, cunoscînd că acțiunea biologică a ionilor pozitivi și negativi se manifestă la nivelul biocenozei.

Cursurile și căderile de apă, sau curenții din apele stătătoare sînt tot atîția factori mecanici care determină, într-o măsură însemnată, atît morfologia biotopului cît și calitățile acestuia. Impactul lor în ecosistem este în legătură — adesea proporțională — cu diferența de nivel, cu forța vîntului, cu încălzirile inegale la diferite orizonturi ale apei etc., ceea ce probează, încă odată, interrelațiile factorilor care modelează un anume teritoriu.

Prezența valurilor este importantă pentru ecosistemele acvatice și pentru ecosistemele litorale. Geneza va-

lurilor se găsește, cel mai adesea, în atracția lunară, în oscilațiile de nivel sau în acțiunea vîntului. O categorie specială de valuri este cea reprezentată de mișcarea apei provocată de curenți submarini ; adesea viteza de propagare a acestora este uriașă, cu atît mai uriașă cu cît apa este mai adîncă. Asemenea valuri pot avea efecte catastrofale asupra biotopului și asupra ecosistemului, în genere.

Puterea de eroziune a apelor curgătoare este, uneori, uimitoare, zdrobind lanțuri muntoase și găsind mereu punctele cele mai favorabile de „trecere". Pe această cale ele delimitează multe ecosisteme, fragmentînd teritorii inițial unitare. Aluviunile și materialul de eroziune rezultate sînt transportate la distanțe însemnate și depunerile determină formarea unor noi biotopuri (insule, grinduri, peninsule) și ecosisteme. Putem rememora, în acest context, cazul cetății Histria, separată prin aluviuni și depuneri — de care Dunărea este principala responsabilă — de largul Mării Negre și condamnată astfel la dispariție. Este un exemplu în care un ecosistem antropic s-a prăbușit pentru că factorii din biotop i-au fost potrivnici.

2.2.5. **Factorii chimici.**

Compoziția ionică a mediului reprezintă una din componentele majore de relație, pe care biotopul o folosește în modelarea biocenozei și în economia ecosistemului.

Pentru ecosistemele naturale o importanță deosebită o au substanțele care favorizează creșterea stratului vegetal, în primul rînd azotul, fosforul și potasiul și apoi microelemente ca fierul, magneziul sau manganul.

Pentru ecosistemele antropizate prezența oricăror elemente chimice este interesantă pentru că identificarea și cunoașterea lor amănunțită permit optimizarea biotopului (prin amendări, introduceri de substanțe suplimentare etc.). În cazul necesar al considerării resurselor naturale ca o parte a economiei în arhitectura ecosistemelor, zăcămintele minerale — indiferent dacă acestea au sau nu legături puternice cu componentele biocenozei — formează un obiect prioritar de studiu, punerea lor în

valoare determină influențarea semnificativă a faciesului și chiar a esenței ecosistemului.

În mod obișnuit și alte componente ale biotopului, cum ar fi cursurile și căderile de apă, sînt considerate resurse naturale de primă importanță ; ele pot servi la dezvoltarea economică a regiunilor și ecosistemelor pe care le străbat sau în care se găsesc amplasate și le pot transforma radical, prin potențialul lor energetic.

În ceea ce privește influența diferiților compuși chimici asupra biocenozei, în afara celor care conțin macroelementele deja menționate ca vitale pentru vegetație (NPK), cei mai importanți par a fi clorurile și sărurile de calciu ; acumularea de săruri face ca solul să se acopere cu o floră și o faună specifice. Pe malurile Lacului Sărat de la Brăila sînt numeroase plante de *Salicornia* și *Salsola,* halofite obligatorii, care au posibilitatea să folosească sărurile minerale absorbite în procesele metabolice de proteosinteză. Studii făcute pe litoralul Mării Negre arată prezența unei vegetații instalată aici în legătură cu toleranța ei la salinitate, umiditate și natura substratului (tabelul 1).

Tabelul nr. 1

Asociații vegetale în funcție de salinitatea și umiditatea solului, în zona Mamaia-Năvodari (după Popescu și Sanda, 1973)

Tipul de vegetație		
A. Palustră și mezofilă	B. De terenuri sărăturoase	C. Psamofilă
1. Scirpo-Phragmitetum	1. Salicornietum europaeae	1. Secaletum silvestre
2. Bolboschoenetum maritimi	2. Suaedetum maritimae	
3. Schoenoplectetum tabernaemontani	3. Plantaginetum maritimae	
4. Schoenetum nigricans	4. Aeluropetum littoralis	
5. Calamagrosteum epigeios	5. Agrostetum ponticae	
	6. Juncetum gerardi	
	7. Caricetum distantis	
	8. Juncetum maritimi	

În funcție de componența chimică din sol, pH-ul are valori care merg de la 3,5 — în turbării — la 8 în solele calcaroase și la peste 9 în solurile sărate. Este adevărat

că, în toate aceste cazuri, pH-ul se află sub influența coloizilor argilici și humici și că, de asemenea, el depinde și de natura vegetației precum și de condițiile climatice care guvernează biotopul.

Solurile calcaroase favorizează dezvoltarea unor anumite plante și animale (cum ar fi, de pildă, *Lumbricus castaneus)*, în timp ce solurile silicioase sînt preferate de alte plante și animale.

De altfel, după preferințele lor față de pH, plantele pot fi acidofile, bazofile sau neutrofile. Unele animale suportă variația pH-ului într-o gamă foarte largă, așa cum o fac protozoarele (pH = 4-9,5) ; altele, cum ar fi moluștele, tolerează numai variații mici ale valorii pH-ului solului (pH = 7-8).

Ca rezultat al unor puternice adaptări există plante care pot fi folosite drept indicatori pentru anumite elemente chimice, cum sînt de pildă *Astragalus* pentru seleniu și *Silene cobalticola* pentru cobalt.

În ecosistemele acvatice elementele chimice — adesea mult mai omogen răspîndite, în legătură cu coeficientul lor de dizolvare — guvernează, într-o mare măsură, formarea biocenozelor și productivitatea lor.

Salinitatea, definită de greutatea în grame a elementelor solvite într-un kilogram de apă marină, și care este cuprinsă — în medie — între 34 și 36‰, reprezintă un factor de majoră influență în stabilirea structurii biocenozelor. Ea determină și selecționează organismele nevertebrate care se află în acest mediu pentru a le menține în echilibru osmotic cu el, imprimîndu-le caracterul poichilosmotic.

În studiul biotopurilor marine trebuie avut în vedere că, alături de oscilațiile de mică anvergură ale salinității — care au loc în mări și oceane — există variații importante în spațiu și în timp în apele din zona estuarelor marilor fluvii, a deltelor și a lagunelor. Aportul de apă dulce face ca în aceste locuri să predomine speciile eurihaline.

Viețuitoarele care suportă fluctuații foarte mari de salinitate au (sau capătă) adaptări fiziologice și morfologice pronunțate ; de obicei au o permeabilitate ridicată pentru apă și ioni, posedă proprietatea de a prelua ionii

din mediu și pot micșora conținutul în apă al organismelor.

Turbiditatea apei trebuie de asemenea luată în seamă pentru că ea poate reduce substanțial intensitatea luminoasă, diminuînd productivitatea primară și micșorînd sensibil conținutul de oxigen din apă. Se consideră că pragul la care încep efectele negative ale turbidității este de 4% particule în volumul apei ; firește, atunci cînd turbiditatea este o stare normală a unui ecosistem acvatic, ea determină anumite adaptări în biocenoză, adaptări care trebuie reliefate și recunoscute — deși în cele mai multe cazuri ele nu înlătură efectele contraproductive ale turbidității. Desigur, în ecuația *efecte negative — efecte pozitive* se poate adăuga faptul că pentru unele specii de pești turbiditatea este un factor protector, care le ascunde ponta de diferiți răpitori ; dar rezultatul balanței care interesează productivitatea ecosistemelor este, în genere, grevat de turbiditate.

Compoziția chimică a apei marine (tabelul nr. 2) este mult mai stabilă decît cea a apelor dulci și ea este formată aproape din totalitatea elementelor cunoscute.

Tabelul nr. 2

Trei analize ale compoziției apei marine

Substanțe	g/l	%
1	2	3
a)		
Clorură de sodiu	**27,21**	**77,76**
Clorură de magneziu	**3,81**	**10,88**
Sulfat de magneziu	**1,66**	**4,74**
Sulfat de calciu	**1,26**	**3,60**
Sulfat de potasiu	**0,86**	**2,46**
Carbonat de calciu	**0,12**	**0,34**
Bromură de magneziu	**0,08**	**0,22**
b) *)		
Cloruri	**18,28**	
Sulfați	**2,65**	

***) După Lyman și Fleming, din Dajoz.**

1	2	3
Bicarbonaţi	0,14	
Bromuri	0,06	
Sodiu	10,56	
Magneziu	1,27	
Calciu	0,4	
Potasiu	0,4	
Clorură de sodiu		77,8
Clorură de magneziu		9,7
Sulfat de magneziu		5,7
Sulfat de calciu		3,7
Clorură de potasiu		1,7
Carbonat de calciu		0,3
Alţi constituenţi		1,1
c)		
Carbonat de amoniu	1,4	3,5
Carbonat de calciu	1,6	4
Sulfat de amoniu	0,3	0,8
Sulfat de magneziu	2,5	6,3
Fosfaţi	0,05	0,15
Acid boric	0,05	0,15
Cloruri de sodiu	31,10	78,1
Cloruri de magneziu	2,8	7

În studiul ecosistemelor marine de o importanţă deosebită se bucură fundurile de la mari adîncimi, care trebuie socotite entităţi separate din cauza unor caracteristici specifice. Prezenţa nodulilor metaliferi şi a depozitelor de hidrocarburi complexează structura lor cu o latură economică de proporţii însemnate.

Apele salmastre au de obicei o salinitate extrem de mare, depăşind 100 g/litru ; Marea Moartă are peste 230 g/l iar Lacul Sărat de la Brăila ajunge uneori să depăşească 130 g/l.

Apele dulci (al căror conţinut în săruri se măsoară în mg/l !) conţin, în principal, carbonaţi de calciu. Ele pot fi clasate în *oligotrofe,* sărace în substanţe dizolvate şi cu un pH cuprins între 4 şi 6, *mezotrofe,* cu substanţe dizolvate la un nivel cantitativ satisfăcător, cu pH = 6-7, ape *eutrofe,* cu un pH superior punctului neutru şi ape *distrofe,* caracterizate de o puternică aciditate.

În ceea ce privește gazele dizolvate, firește, cel mai important dintre acestea este oxigenul. Cantitatea de oxigen care se solvă în apă este puternic influențată de temperatură, salinitate și presiune atmosferică. Astfel la 760 mm coloană de mercur, la o salinitate de 20% și la temperatura de 0°C se găsesc aproximativ 8 cm^3 de oxigen la litru, volum care constituie, în medie, 35% din totalitatea gazelor dizolvate. În apele dulci conținutul de oxigen este de regulă substanțial mai ridicat, deși aici, adesea, el suferă modificări importante, în legătură cu dezvoltarea și moartea vegetației care — aceasta din urmă — poate produce fenomenul de eutrofizare.

Oxigenul din apă provine pe de o parte din oxigenul atmosferic care se solvă la contactul cu apa (cu atît mai mult cu cît mișcările de la suprafață sînt mai vii și au amplitudini mai mari) și din procesul de fotosinteză efectuat de macrofitele și microfitele acvatice (se apreciază că fitoplanctonul Oceanului Planetar eliberează o cantitate de oxigen care întrece cu mult în volum oxigenul pădurilor ecuatoriale); cantitatea sa depinde, de asemenea, de conținutul apei în substanță organică, de prezența unor agenți reducători de tipul H_2S, de adîncimea și stratificarea apei, precum și de consumul de oxigen efectuat, la nivelul biocenozei, de către lumea animală.

Repariția oxigenului dizolvat într-un lac, cantitatea și importanța sa sînt, de cele mai multe ori, în legătură directă cu caracterul oligotrof, eutrof sau distrof al apelor. Într-adevăr, în lacurile oligotrofe zona profundă, cu temperaturi joase, are un conținut de oxigen ridicat iar productivitatea este slabă, în timp ce lacurile eutrofe, puțin adînci și slab oxigenate, au o productivitate importantă pentru că fenomenele de descompunere bacteriană sînt intense iar peștii, din cauză că înoată aproape de suprafață, nu resimt nevoia unei cantități mari de oxigen dizolvat în apă. În general, se socotește că fauna ichtiologică se dezvoltă bine la un conținut de oxigen de peste 5 cm^3/l; cu toate acestea, sînt specii care pot supraviețui și în ape foarte puțin oxigenate; crapul poate trăi într-un mediu cu numai 0,5 $cm^3/O_2/l$.

Multe din animalele acvatice se aprovizionează cu aer venind la suprafața apei și avînd anumite adaptări

morfologice, anatomice și fiziologice prin care păstrează sau folosesc mai bine oxigenul. Se cunosc cazuri de nevertebrate care au sub apă rezerve de oxigen pe care le conservă un timp în diferite părți ale corpului.

Dintre celelalte gaze dizolvate menționăm cu prioritate prezența bioxidului de carbon (concentrația sa poate ajunge la 0,5 cm^3/l, sau — dacă luăm în considerare și formele sale rezultate din combinațiile cu metalele alcaline și alcalo-pămîntoase, carbonații și bicarbonații — chiar la 40-50 cm^3/l). Privit din acest punct de vedere, Oceanul Planetar este rezervorul de CO_2 al Terrei, prezența acestui gaz fiind aici de peste 150 de ori mai mare decît în atmosferă. Importanța bioxidului de carbon constă în participarea sa la procesul de fotosinteză și, de asemenea, la furnizarea materialului necesar alcătuirii unor formațiuni calcaroase, specifice unor nevertebrate.

Metanul și mai ales hidrogenul sulfurat — de asemenea prezente în cantități importante în apele marine — sînt gaze care acționează ca factori limitanți pentru viață. În Marea Neagră, drept urmare a lipsei de curenți pe verticală, oxigenul este absent în apele mai adînci de 200 m ; în schimb, este prezent hidrogenul sulfurat care face viața imposibilă sub această adîncime. Gazul metan se găsește cel mai adesea în apele stătătoare ; este „gazul bălților" care provine, în principal, din descompunerea anaerobă a cadavrelor vegetale și animale de către bacterii din genurile *Methanosarcina* și *Methanococcus*.

Eugen Pora a pus în evidență că raportul concentrației a doi ioni cu acțiune antagonică în mediul acvatic reprezintă un factor important în modelarea biocenozei. El a numit acest raport *factor ropic* și a arătat că proporția dintre Na și Ca, care este diferită în Marea Baltică față de Marea Neagră a contribuit la favorizarea dezvoltării de biocenoze deosebite. Marea Baltică primește ape puțin încărcate în ioni și are un factor ropic constant, ceea ce permite speciilor care trăiesc acolo să nu se teamă de variațiile presiunii osmotice, în timp ce în Marea Neagră există un aport important de potasiu adus de către Dunăre și Nipru, determinant în a menține o variație sensibilă a raporturilor dintre cationi.

2.3. Biocenoza

2.3.1. Caracterele generale ale sistemelor biologice.

Sistemul se definește ca un ansamblu organizat de entități ale căror conexiuni și funcții concură la menținerea și îndeplinirea funcțiilor întregului. În univers, orice sistem conceput ca un ansamblu alcătuit dintr-o serie de subsisteme face parte, la rîndul său, dintr-o grupare care-l înglobează, în așa fel încît fiecare sistem poate fi considerat de sine stătător și în egală măsură subsistemul unui ansamblu de ordin superior.

Din punct de vedere al organizării, sistemele se caracterizează prin structură și prin funcție și se clasifică, după relațiile lor cu mediul, în izolate, închise și deschise. Sistemele biologice fac parte din categoria sistemelor deschise, avînd schimburi energetice și materiale cu natura înconjurătoare.

Sub aspect structural, sistemul cuprinde — ca elemente esențiale în structura sa — energie, substanță și informație ; el are o limită (graniță), rețele de transport și căi de comunicație.

Sub aspect funcțional, sistemul permite transportul și transformarea materiei, energiei și informației și determină parcursurile fluxurilor principale și punctele cheie de amplificare sau de mișcare ale acestora. Acțiunile și reacțiunile dintre sistem și mediul exterior se apreciază prin intrările și ieșirile aceleiași triade de componență esențială, materie, energie și informație. Cînd intrările predomină, negentropia devine caracteristică ; cînd ieșirile sînt mai numeroase, avem de-a face cu un sistem entropic ; în sfîrșit, cînd sistemul este în echilibru, din acest punct de vedere, spunem că el se găsește în faza de *climax,* de stabilitate.

Sistemele biologice au o serie întreagă de însușiri generale, structurale și funcționale prin care se deosebesc de sistemele nebiologice.

Ele au un *caracter istoric,* fiind rezultatul unei evoluții în timp. Pentru a înțelege formarea biocenozei ca și originea biotopului este necesar să cunoaștem geneza și istoria evoluției acestora.

Caracterul informațional, care constă în capacitatea de a primi și a da informații din și în mediul înconjurător, de a le prelucra sau a le stoca în vederea integrării cît mai depline a ecosistemului în cadrul naturii. Cu cît gradul de organizare al sistemului este mai diferențiat, cu atît cantitatea de informație pe care o conține este mai mare ; știind aceasta, se poate deduce că totalitatea cantității de informație dintr-un sistem reprezintă măsura structurării sale, a organizării sale.

O importanță deosebită pentru această însușire o are fidelitatea informației primite sau transmise, întrucît de ea depinde nivelul de integrare în mediu. Fidelitatea poate fi îndeplinită pe două căi și anume : a) prin îndepărtarea transmiterii perturbatorii și b) prin dublarea canalelor care permite informației să se scurgă mai peremptoriu și mai exact.

Cum nici una din cele două căi menționate nu sînt de o perfectibilitate fără cusur, revine intuiției ecologului, atunci cînd se studiază fluxul informațional de-a lungul unui ecosistem, de a discerne informația corectă de cea care nu corespunde întrutotul adevărului.

Integralitatea unui sistem reprezintă trăsăturile noi ale sistemului, rezultate din interacțiunea componentelor sale. Într-una din definițiile date sistemului se arată că acesta prezintă însușiri care depășesc calitativ părțile care-l alcătuiesc, însușiri pe care nu le găsim în componentele sale luate separat. Un exemplu remarcabil în această privință îl oferă lichenii, încrengătură de plante rezultată din asocierea-simbioză dintre anumite ciuperci și anumite alge ; însușirile și particularitățile unui lichen se deosebesc de cele ale speciilor care-l realizează ca entitate.

La nivelul unui ecosistem aceste proprietăți noi, integrative — rezultatul adaptării reciproce a speciilor și adaptării biocenozei respective la condițiile de mediu abiotice — se pot evalua, în final, prin amplitudinea fluxului de materie, energie și informație.

Sistemele biologice pot fi considerate drept *sisteme cu program* dat fiindcă ele se găsesc în diferite stări care pot fi explicate printr-un anume program. Astfel de programe sînt cele prin care se dobîndește hrana, perpetuarea speciei, conservarea individului. În cea mai mare parte

ele sînt genetice, deci înnăscute, caracteristice pentru diferitele nivele de organizare ale sistemelor biologice.

Autocontrolul este procesul prin care se menţin integralitatea, stabilitatea şi, deopotrivă, tendinţa de dezvoltare a sistemului. Cum organismele vii au fost cele care au inspirat feed-back-ul cibernetic, este uşor de explicat felul în care un sistem se poate autoregla, în funcţie de informaţiile pe care le primeşte permanent. Conexiunile inverse, care fac acest reglaj, sînt de două tipuri şi anume negative, prin care se împiedică depăşirea valorii răspunsului sistemului, şi conexiuni inverse pozitive, cînd semnalele primite duc la intensificarea efectului. În acest ultim caz, un alt sistem de autocontrol intervine pentru a opri autodistrugerea pe care conexiunea inversă pozitivă tinde să o realizeze.

Autocontrolul menţine sistemul într-o stare relativ stabilă, într-un anumit *echilibru dinamic*. Această stare aparent staţionară se realizează printr-un aflux continuu de substanţă şi energie, căruia îi urmează (sau are loc concomitent), datorită catabolismului, o eliberare de energie şi de materie.

Heterogenitatea. Toate sistemele biologice sînt alcătuite din entităţi care au o anumită heterogenitate, fie în compoziţia lor, fie în modul de funcţionare. Datorită heterogenităţii se stabilesc cu uşurinţă corelaţii care permit creşterea eficienţei autocontrolului sistemului. Cu cît heterogenitatea este mai mare, cu atît ecosistemul este mai complicat şi mai stabil. Se cunoaşte faptul că agroecosistemele — alcătuite din monoculturi omogene — sînt instabile, supuse invaziilor de boli şi dăunători, în timp ce heterogenele păduri tropicale nu cunosc asemenea invazii şi au stabilitate ridicată.

Din enumerarea principalelor atribute ale unui sistem rezultă că ecosistemele, ca sisteme biologice, au un caracter istoric-informaţional, o stare de heterogenitate care permite prin autocontrol o stabilitate dinamică şi prin diferite programe manifestarea unei integralităţi specifice.

Sistemele biologice cuprind patru nivele de organizare şi anume : nivelul *individual, populaţional, biocenotic* şi *biosferic*. Introducerea altor nivele de organizare, cum ar fi treptele corespunzătoare formaţiilor macromo-

leculare, organismelor monocelulare, pluricelulare, organismelor superioare sau o supratreaptă biocenotică *) este nejustificată și inoperantă.

Menționăm, în acest context, ca foarte interesant, faptul că la baza fiecărui nivel de organizare se găsesc legi și principii definitorii. Astfel, la nivel individual legea specifică este metabolismul, la nivel populațional factorul esențial este reproducerea iar la nivel biocenotic procesele care reglementează relațiile speciei (relațiile trofice, competiționale etc.) și care mențin integralitatea biocenozei.

2.3.2. Generalități despre caracteristicile biocenozei.

Definiția pe care Karl Möbius a dat-o în 1877 biocenozei o prezenta pe aceasta ca „gruparea de viețuitoare care corespunde prin compoziția sa, prin numărul speciilor și al indivizilor la anumite condiții de mediu", „gruparea de ființe care sînt legate printr-o dependență reciprocă și care se mențin reproducîndu-se într-un anume loc, de o manieră permanentă... Dacă una din condiții s-ar schimba, pentru o anumită perioadă de timp, de la media sa obișnuită, întreaga biocenoză s-ar transforma... în același mod biocenoza s-ar transforma dacă numărul indivizilor unei specii date ar crește sau ar diminua datorită intervenției omului sau dacă o specie ar dispărea din comunitate, sau dacă o alta și-ar face acolo apariția".

Această definiție-explicație conține în ea tot ceea ce caracterizează o biocenoză și dă un sens cercetării ecologice.

R. Dajoz definește biocenoza ca „o grupare de viețuitoare unite de atracția nereciprocă pe care o exercită asupra lor diverși factori de mediu ; această grupare este caracterizată de o compoziție specifică determinată de existența fenomenului de interdependență și ea ocupă

---

*) Biomul în sistematică nu reprezintă decît o complicare inutilă pentru că, de pildă, rațiunea pentru care el ar fi un nivel superior biocenozei se lovește de întinderea spațială — neclară — pe care ar trebui să o aibă și — la limită — nu este altceva decît o grupă, un șir de ecosisteme ; de aceea nu prezintă interes deosebit pentru ecologie, decît în acest ultim caz.

un spaţiu numit biotop". Această definiţie nu precizează nici întinderea şi nici durata biocenozei şi, după cum se vede, nu aduce nimic nou faţă de formulările lui Möbius; poate doar menţionarea termenului de biotop. Cu toate acestea, aproape tot ceea ce este necesar să fie spus — în maniera generală — despre o biocenoză s-a formulat încă din secolul trecut ; important rămîne să se cunoască cu precizie, în fiecare caz studiat, structura sa şi mecanismele care o întreţin ; rolul ei în formarea şi funcţionarea unui ecosistem delimitat în timp şi spaţiu.

Două elemente importante din structura unei biocenoze sînt *distribuţia* în spaţiu şi *dinamica* în timp a populaţiilor. Pentru aprecierea exactă a rolului diferitelor grupe de vieţuitoare din biocenoză trebuie determinate atît proporţiile numerice în care acestea se găsesc, precum şi acele populaţii care au o pondere deosebită, prin biomasa lor, în economia ecosistemului.

Cunoscînd că grupurile sociale sînt constituite din indivizi ai aceleiaşi specii şi că mulţimile corespund unor conglomerate de indivizi care aparţin uneia sau mai multor specii, strînse în jurul unui punct de atracţie comun şi temporar, reiese că structura biocenozei nu poate fi confundată cu aceea a grupărilor mai sus menţionate. În acelaşi timp, compararea biocenozei cu un superorganism nu trebuie reţinută pentru că — deşi există multe echivalenţe — deosebirile sînt de asemenea numeroase, unele direct tranşante ; astfel, modul lor de apariţie este radical diferit : un organism provine prin *reproducerea* genitorilor săi, în timp ce o biocenoză se *constituie* prin asocierea unor plante şi animale.

2.3.3. Structura şi analiza biocenozei.

Structura unei biocenoze este dată de dispoziţia indivizilor diverselor specii cît şi de relaţiile spaţiale şi temporare care se stabilesc între ei. Repartiţia spaţială poate fi realizată în plan orizontal sau în plan vertical. Acest ultim caz, al repartiţiei în plan vertical, corespunde stratificării, fenomen rezultat adesea din competiţia interspecifică pentru lumină şi apă, la plante, şi pentru mîncare la animale. O asemenea stratificare este evidentă în-

tr-o pădure în care la nivelul solului se găsesc ierburi și mușchi, apoi un strat arbustiv și un strat de arbori. În felul acesta se permite o mai bună utilizare a aerului și a spațiului, a luminii și a resurselor minerale pentru a se realiza în final o productivitate sporită.

Pentru a se cunoaște structura unei biocenoze este necesar să se alcătuiască un tabel cu toate populațiile (speciile) existente în ecosistem, cu indicarea numărului de indivizi și cu evaluarea biomasei respective.

În mod practic lucrul acesta este extrem de dificil și de aceea studiile biocenozei se opresc, de obicei, asupra speciilor celor mai importante, atît din punct de vedere cantitativ, cît și din cel al influenței lor asupra celorlalte populații și asupra biotopului.

În felul acesta, indicii care pot reflecta structura unei biocenoze se reduc la datele care ilustrează *frecvența, abundența, dominanța, constanța, stabilitatea (fidelitatea)* și *diversitatea* speciilor care caracterizează comunitatea vegetală și animală.

— *Frecvența* unei specii în ecosistem este oglindită în procentul obținut prin raportarea numărului de probe care conțin specia considerată, la numărul total de probe adunate în același timp. Frecvența poate fi exprimată printr-o histogramă abundență-dominanță.

— *Abundența relativă* este dată de procentul rezultat din raportul numărului de indivizi ai speciei studiate, față de numărul indivizilor tuturor celorlalte specii din biocenoză, aflați în probele ridicate simultan. Adesea abundența se referă nu numai la numărul indivizilor ci și la biomasa lor.

Cum abundența speciilor nu este ușor de stabilit se folosesc, pentru aceasta, diferite modele de calcul sau clasificări aproximative.

Pentru calculul fluctuației abundenței între un prădător și prada sa se poate folosi modelul lui Lotka și Volterra care ia în considerație, în acest caz, numai 2 variabile (voracitatea prădătorului și capacitatea de producție a celor două specii), restul condițiilor (inclusiv cele de mediu) fiind considerate constante.

Notîndu-se cu H = gazda ; P = parazitul ; a_1 = coeficientul de creștere pozitiv pentru gazda liberă de pa-

razit ; a_2 = coeficientul de creștere negativ pentru parazit, cînd acesta nu cohabitează cu gazda, vom avea $dH/dt = a_1H$ și $dP/dt = -a_2P$.

Cînd cele două specii cohabitează, coeficientul de creștere a lui P se mărește în același timp cu efectivul lui H ; coeficientul de creștere a lui H scade cînd populația P crește. Se poate scrie atunci că $dH/dt = (a_1 - b_1P) H$ și $dP/dt = (-a_2 + b_2) P$. După integrare, acest sistem de ecuație se scrie astfel :

a_2 log. H — b_2 H + a_1 log. P — b_1 P = o constantă.

După cum reiese din formulele scrise, variațiile lui H și P sînt funcție de timp ; ele sînt periodice și ascultă de legea ciclului periodic, legea conservării și legea perturbării mediei.

Implicațiile matematicii și ale calculului statistic sînt adînc implementate în toate cercetările biologice și metoda de mai sus este o ilustrare simplistă dar elocventă a necesității ca aceste calcule să se facă cu ajutorul specialiștilor și al instrumentelor lor adecvate, inclusiv calculatorul.

Cum astfel de metodici sînt complicate și cum unele situații de teren nu le pretind, există și procedee mai simple de determinat gradul de abundență. Astfel, se folosește frecvent o clasificare-notație în 5 clase de abundență, după cum urmează : 0 = absent ; 1 = rar și dispersat ; 2 = suficient ; 3 = abundent ; 4 = foarte abundent.

— *Dominanța* este un indice care exprimă influența unei anumite specii în structura și funcționarea biocenozei. Uneori se exprimă evident, alteori intervin relații care maschează această dominanță. Astfel, într-un plancton poate exista o specie algală într-o evidentă abundență numerică și cu o fitomasă remarcabilă, preponderentă, dar de asemenea și populații de protozoare și rotifere ; într-o situație ca cea prezentată s-ar putea ca rotiferele să dea speciile dominante, pentru că hrana lor fiind algele ele le controlează și le determină, în timp, numărul și biomasa.

— *Constanța* unei specii se exprimă în funcție de frecvența ei ; constanța (C) într-o biocenoză este raportul exprimat sub formă de procentaj dintre numărul de re-

levee conţinînd specia studiată (p) x 100 şi numărul total de relevee executate (P).

$$C = \frac{p \cdot 100}{P}$$

În funcţie de valoarea lui C distingem următoarele categorii : a) *specii constante,* prezente în mai mult de 50% din relevee ; b) *specii accesorii,* prezente între 25-50% din relevee şi c) *specii accidentale,* prezente în mai puţin de 25% din relevee.

— *Stabilitatea (fidelitatea)* exprimă forţa legăturilor unei specii cu alte specii din biocenoză. Speciile care nu pot exista decît într-un anume ecosistem se numesc *specii caracteristice,* cele care pot exista în mai multe biocenoze, dar preferă un anumit tip de ecosistem, se numesc *specii preferenţiale,* speciile care se întîlnesc în ecosisteme diferite, fără preferinţe şi afinităţi anume, sînt *ubicviste* iar speciile care apar într-un ecosistem în care, de regulă, nu se întîlnesc poartă numele de *specii întîmplătoare.*

Fidelitatea se explică şi se motivează prin numeroase argumente printre care şi cel al afinităţii dintre diferite specii.

În acest domeniu sînt numeroase metodele de calcul ale coeficientului de afinitate (Q) existent între diverse specii, luate două cîte două. Astfel Sorensen dă formula $Q = \frac{2\,c}{a + b} \cdot 100$ în care a = numărul de relevee care cuprind specia A ; b = numărul de relevee care cuprind specia B şi c = numărul de relevee care conţin simultan ambele specii. Jaccard are pentru Q egalitatea = $= \frac{c}{a + b - c} \cdot 100$ iar Odum, utilizînd numărul de relevee care conţine fiecare specie are formula Q = $= \frac{a - b}{a + b}$ în care Q variază de la — 1 la + 1.

— *Diversitatea* reflectă numărul de specii care constituie o biocenoză. Valoarea acestui indice depinde şi de numărul indivizilor care aparţin fiecărei specii.

În condiții favorabile, numărul speciilor dintr-un ecosistem este relativ mare, cu un efectiv moderat de indivizi ; în cazul în care condițiile devin nefavorabile, numărul de specii descrește, în timp ce numărul indivizilor speciilor rămase se mărește semnificativ.

Indicele de diversitate a al unei biocenoze (Fisher, Corbet, Williams) este dat de formula $S = a \log (1 + \frac{N}{a})$ în care S = numărul de specii și N = numărul de indivizi ; indicele de diversitate a se află prin numărători, pornind de la S și N.

Indicele lui Gleason pentru diversitate este aproape similar : el rezultă din raportul numărul speciilor/logaritm în baza e a numărului indivizilor din biocenoză.

Creșterea diversității biocenozei — care este ilustrată de numărul de specii — are și ea limite pentru că, în conformitate cu principiile enunțate mai înainte, pe măsură ce numărul de specii crește, numărul indivizilor lor scade, amenințînd prin aceasta existența speciilor ca entități, la un anumit punct de dezvoltare a ecosistemului. În această conjunctură trebuie menționat că diversitatea în biocenoză este limitată și de posibilitatea — realizată cel mai adesea — ca populațiile să aibă propriile lor nișe ecologice, termen înțeles ca reflectînd rolul specific și particular în procesul de transfer al energiei și materiei ; în cazul acesta se limitează apariția și dezvoltarea unei alte populații sau specii care ar revendica aceeași nișă ecologică.

2.3.4. **Populația.**

Se folosește termenul de populație pentru a desemna ansamblul de indivizi care aparțin unei anumite specii și care ocupă un teritoriu determinat.

Într-o biocenoză, dinamica populațiilor are o importanță deosebită care poate fi înțeleasă în cadrul ecosistemului prin interacțiunea acesteia cu factorii de mediu abiotici și biotici.

Caracteristicile populațiilor sînt : *repartiția spațială* a indivizilor, *densitatea, procentul intrinsec al creșterii na-*

turale, tabelul de supraviețuire și piramida vîrstelor, raporturile între sexe și *polimorfismul genetic, fluctuațiile populațiilor* și cauzele acestora.

— *Repartiția spațială* a indivizilor a fost clasificată în *uniformă, întîmplătoare* și *contagioasă (pe grupe)*. Repartiția uniformă se întîlnește rar în natură, dar frecvent în ecosistemele antropice ; repartiția întîmplătoare se întîlnește în mediile omogene și la speciile care n-au tendință de agregare, în timp ce repartiția pe grupe este cea mai răspîndită.

— *Densitatea* unei populații, care reprezintă numărul de indivizi prezenți pe o unitate de suprafață sau volum, poate fi determinată prin numărătoare directă sau prin metode de capturare, eliberare și recapturare. În această ultimă metodă, indivizii se capturează, se marchează și — marcați — sînt eliberați în ecosistem ; urmează o a doua captură de indivizi, dintre care un anumit procent va aparține celor marcați. Fie o populație de N indivizi din care *a* sînt capturați și marcați ; după un oarecare timp se capturează un număr *b* de indivizi, dintre care *c* sînt marcați. Avem relația $\frac{a}{N} = \frac{c}{b}$ de unde N = ab/c. Pentru ca metoda să aibă o anume valoare, toate numerele implicate în numărătoare trebuie să fie mari, pentru a se micșora erorile.

O altă metodă de determinare a densității și în același timp a dinamicii populației, se face prin eșantionaj, prin prinderea în capcane. Se presupune că toți indivizii unei populații au aceeași probabilitate *p* de a fi prinși în capcană și că efectivul populației este *P*. După prima prindere în capcană vom avea : $C_1 = p \times P$, după a doua captură vom avea $C_2 = p \times P'$ unde $P' = P - C_1$. De aici

$$P = \frac{C_1^2}{C_1 - C_2}$$

În afara estimării efectivelor prin eșantionaj au fost făcute tentative de a se măsura indirect numărul de indivizi ai diferitelor populații, după activitatea metabolică sau după acțiunea pe care o exercită în ecosistem ; astfel

populaţia insectelor fitofage se poate evalua după pagubele provocate vegetaţiei, populaţia de omizi după recolta de dejecţii etc.

— *Mărimea* populaţiei este unul dintre cei mai însemnaţi parametrii care hotărăsc rolul acesteia în biocenoză. Creşterea unei populaţii reiese din raportul natalitate/mortalitate ; din acesta rezultă o *creştere exponenţială* care este expresia capacităţii de multiplicare a unei specii în absenţa unor factori limitativi. Fireşte, în natură sînt numeroase barierele care stăvilesc potenţialul biologic de reproducere al speciilor.

În competiţiile interspecifice viteza de multiplicare poate fi decisivă în eliminarea concurenţilor ; aceeaşi viteză de reproducere permite selecţiei naturale să creeze rase geografice mai bine adaptate la mediu.

— *Creşterea intrinsecă a creşterii naturale*. Considerînd că emigraţia şi imigraţia sînt neglijabile, creşterea unei populaţii se datoreşte raportului (favorabil) dintre natalitate şi mortalitate. Dacă N = efectivul la timpul t, B este rata de natalitate şi D rata de mortalitate avem $dN/dt = B - D$.

Este uşor de admis că, într-o primă aproximaţie, cele două rate luate în consideraţie, de natalitate şi de mortalitate, sînt proporţionale cu efectivul populaţiei ; aceasta înseamnă că avem : $B = \underline{b}N$ şi $D = \underline{d}N$; notînd $\underline{b} - \underline{d}$ cu $\underline{r}$ avem $dN/dt = \underline{r}N$. Integrînd această ecuaţie obţinem că $N = N_0\, \underline{r}t$, în care $\underline{r}$ este rata intrinsecă de creştere naturală iar N_0 populaţia iniţială la timpul t_0. Această ecuaţie corespunde creşterii exponenţiale, expresia potenţialului biotic al unei specii.

Creşterea exponenţială este stopată de capacitatea limită a mediului reprezentată de simbolul K. Ecuaţia curbei logistice stabilită de Verhulst este $dN/dt = rN \frac{(K - N)}{K}$ de unde $N = \frac{K}{1 + e}rt$ (fig. 12).

— *Tabelul de supravieţuire şi piramida vîrstelor* permit înţelegerea structurii populaţiei şi, de asemenea, indică sensul evoluţiei sale. Studiul tabelelor de supravieţuire dezvăluie vîrsta la care indivizii unei specii sînt mai

vulnerabili. Pentru a constitui grafice care să ilustreze tabelele de supraviețuire este necesar să se pună în abcisă vîrsta în ani și în ordonată (folosindu-se, în general, o scară logaritmică) numărul supraviețuitorilor. O altă formă a graficelor se obține punînd în abcisă timpul sub forma diferenței dintre fiecare clasă de vîrstă și vîrsta medie, diferența fiind exprimată în procente.

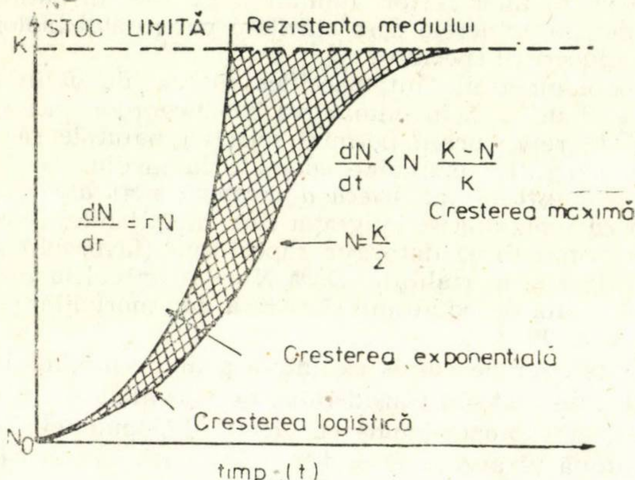


Fig. 12. — *Curba de creștere exponențială și curba de creștere logistică (după Russier, 1971).*

Curbele de supraviețuire pot fi redate comparativ pentru două sau mai multe populații și în acest caz ele reliefează vitalitatea și longevitatea acestora (fig. 13).

Piramida vîrstelor arată dacă populațiile se găsesc în creștere, dacă sînt într-o perioadă staționară sau dacă traversează o fază de declin. Piramidele care indică o creștere rapidă a populației au o proporție foarte ridicată de indivizi tineri, promotori ai acestei creșteri.

În construirea piramidelor de vîrstă este interesant de știut, în afara datelor statistice, perioada de reproducere

și vîrsta la care indivizii se pot reproduce, fiind cunoscut că acestea reprezintă diferite particularități cu semnificații aparte ; sînt frecvente cazurile în care — de pildă

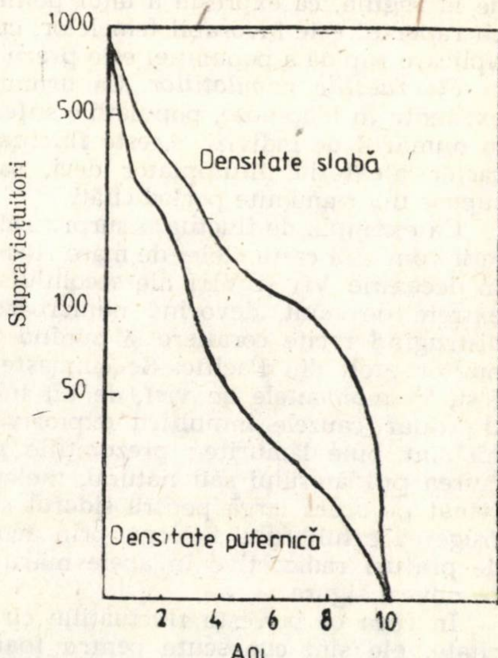


Fig. 13. — *Curba de supraviețuire pentru două populații de carnivore, una cu o densitate de 24 de indivizi/km², cealaltă cu 10 indivizi/km² (după Taber și Danmann, 1957).*

— perioadele prereproducționale sînt extrem de lungi, proporțional cu durata vieții ; cunoașterea piramidelor de vîrstă folosește adesea în cinegetică (fig. 14).

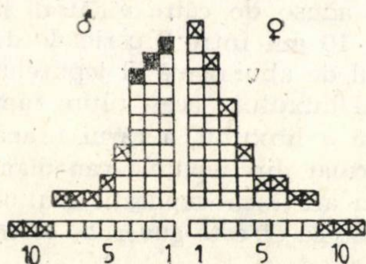


Fig. 14. — *Piramida de vîrstă la o populație de cerbi. Punctele negre indică masculii a căror trofee sînt căutate ; curba arată animalele care trebuie alimentate pentru a conserva o populație stabilă* (după Daburon, 1969).

Un alt factor al evoluției populațiilor este *raportul dintre sexe*; în mod obișnuit, el se găsește, valoric, în jurul unității, dar adesea se semnalează variații importante de la regulă, ca expresie a unui polimorfism genetic. Cu cît raportul este favorabil femelelor, cu atît șansa de multiplicare rapidă a populației este prezentă.

Fluctuațiile populațiilor. Ca urmare a constrîngerilor existente în biocenoze, populațiile suferă diferite fluctuații în numărul de indivizi. Aceste fluctuații pot avea un caracter aleatoriu, întîmplător deci, sau, dimpotrivă sînt supuse unor anumite periodicități.

Ca exemplu de fluctuații surprinzătoare ale unei populații vom cita cazul stelei de mare *Acanthaster plânci*, care în deceniile VII și VIII ale secolului nostru s-a înmulțit extrem de mult, devorînd numeroase colonii de polipi, distrugînd recife coraliere și punînd în pericol existența multor atoli din Pacific. Se cunoaște că densitatea ei a fost, în momentele de vîrf, de un individ pe metru pătrat, dar cauzele înmulțirii explozive a stelei de mare nu sînt bine lămurite; prezumțiile potrivit cărora pescuirea prădătorului său natural, melcul *Charonia tritonis* (vînat pe scară largă pentru sideful cochiliei sale) și distrugerea echilibrului biologic prin acumularea de DDT și de prafuri radioactive în apele mării nu sînt întemeiate pe dovezi sigure.

În ceea ce privește fluctuațiile cu o anumită periodicitate, ele sînt cunoscute pentru foarte multe grupe de animale, dar cele mai sigure se referă la iepurele canadian și la linxul canadian, ambele mamifere ale regiunilor artice.

Aceste periodicități au fost înregistrate de către companiile care cumpărau pieile aduse de către vînători și ele au definit un interval de 10 ani între 2 perioade de abundență, subliniind că ciclul de abundență al iepurelui precede cu 1—2 ani pe cel al linxului; acest ultim fapt explică explozia populațională a linxului, a cărui hrană principală este constituită tocmai din iepurele canadian. Regularitatea acestui ciclu nu are însă explicații mulțumitoare și mulți autori socotesc că el este guvernat — în principal — de factori cosmici.

Un alt exemplu, de data aceasta cu cauze care sînt cunoscute, este cel al scăderii masive a populației de cormorani, o dată la 7 ani. La același interval, în largul coastelor peruviene, apele calde ale curentului El Niño se unesc cu apele reci ale Pacificului, mărind brusc temperatura acestora cu cel puțin 5° C, schimbînd salinitatea și omorînd planctonul. Peștii mor, la rîndul lor, dat fiindcă planctonul le era sursa principală de hrană iar păsările de mare se dispersează și migrează la mari depărtări. Cormoranii sînt cei mai afectați de această situație pentru că ei pescuiesc numai în apele de suprafață.

În ecosistemele agrare există, de asemenea, cazuri cunoscute și explicate de revenire periodică a unor populații de insecte dăunătoare sau a unor boli, în funcție de asolamentul practicat.

În cadrul fluctuațiilor periodice se încadrează și fluctuațiile sezoniere. Astfel, alga verde *Urospora penicilliformis* se dezvoltă anual, în mare număr, de la sfîrșitul lunii ianuarie pînă în martie, iar alga *Bryopsis* are specii cu maximum de înmulțire în lunile aprilie-mai ; se stabilesc astfel algocenoze care se succed periodic (fig. 15).

O creștere extrem de rapidă se manifestă, de obicei, atunci cînd o populație este introdusă într-un mediu nou pentru ea. Cel mai cunoscut caz este cel al iepurilor aduși de europeni în Australia secolului trecut ; specia a trebuit apoi decimată — aproape distrusă — pentru că numărul mare al indivizilor săi devenise insuportabil.

Cunoașterea cauzelor fluctuației populației este extrem de importantă pentru înțelegerea mecanismelor care au loc în biocenoză. După cum am văzut, unele cauze se pot sesiza cu ușurință, altele sînt complicate și trec prin analiza fenomenelor de competiție pentru o aceeași nișă ecologică sau — încă — prin diverse dependențe, directe sau indirecte, de predatorism.

Predominanța unui factor în ansamblul de influențe exercitate asupra evoluției cantitative a unei populații îl transformă pe acesta în așa numitul *factor cheie*.

Pot deveni deci esențiali*(cheie)* în controlul populațiilor factorii climatici, procesul demografic, fenomene de tipul heterogenității spațiale și mecanismele proprii de homeostazie ale populațiilor, etc...

Clima are roluri tranșante atunci cînd amplitudinile ei sînt deosebit de mari. Se cunosc cazuri cînd temperaturile joase și zăpezile abundente au distrus populații

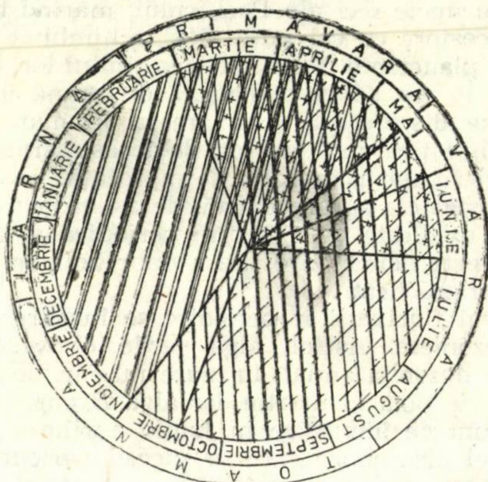


Fig. 15. — *Evoluția sezonieră a unei algocenoze* = Urospora penicilliformis, Ulothrix flacca, U. pseudoflacca, U. implexa, Blidingia marginata, Rhizoclonium implexum, Phaeophila engleri, Gomontia polyrhiza, Ostreobium queckettii ; *III* Ulva lactuca *și speciile de Enteromorpha ;* — — — *Speciile de* Cladophora *și* Chaetomorpha *(apar cu întîrziere de o lună față de* Cladophora ; + + + *Speciile de* Bryopsis *pot să persiste adînc prin exemplare tinere* ; · · · Entocladia viridis. *Majoritatea speciilor de* Enteromorpha *și* Cladophora *se pot întîlni în tot cursul anului, dacă iernile sînt blînde.*

întregi de reni și de mufloni, de păsări și, mai ales, de insecte. În mod similar, acțiunea secetelor prelungite și a caniculelor toride a dus la nimicirea a numeroase populații. În general, poichilotermele s-au dovedit a fi mult mai dependente de factorii climaterici decît speciile ho-

meoterme care, la rîndul lor, sînt mai dependente decît primele de factorii biotici.

Populațiile sînt dotate cu o anumită homeostazie, grație unor mecanisme regulatoare care permit păstrarea efectivelor lor între anumite limite stabilite de mediu. Homeostazia are loc prin existența unor fenomene de retroacțiune care asimilează populația unui sistem cibernetic, lucru observat, cu frecvență, în diferite ecosisteme. Sînt cunoscute astfel marile migrații sinucigașe ale populațiilor de lemingi care, depășind un anumit număr și o anume densitate, pleacă din locurile de baștină — nordul Scandinaviei — pentru a se îneca în lacurile din sudul Finlandei și în Marea Baltică. Mulți pești și crabi, unele rozătoare și leii etc. își mănîncă proprii descendenți pentru a evita suprapopulația. În lacurile din Siberia occidentală *Perca fluviatilis* își are hrana asigurată în proporție de 80% cu propriul puiet.

La pițigoi, numărul de pui pentru un cuib este în medie de 14 atunci cînd densitatea la hectar este de un cuplu și coboară sub 8 cînd densitatea ajunge la 18 cupluri/hectar. Cercetările au arătat că atunci cînd numărul de șoareci, crescuți în captivitate, în condiții de hrană suficientă, devine excesiv de mare, tinerii mor în căile genitale ale mamei ; reproducerea normală se reia atunci cînd numărul de șoareci revine la o valoare care depinde de densitatea populației și nu de cantitatea de hrană.

O multitudine de factori interni reglează, de asemenea, numărul indivizilor acționînd, în cadrul fenomenului de *stres*, pentru modelarea populațiilor multor specii. Acest fenomen a putut fi observat la reni, la șoareci și mai ales la iepuri. Aceștia din urmă — la densități mari — mor în convulsii determinate de apariția unor hemoragii la nivelul suprarenalelor, tiroidei și creierului.

În fluctuațiile populațiilor un rol deosebit îl joacă și complexitatea ecosistemelor : cu cît acestea sînt mai complexe, cu atît numărul de specii și de relații este mai mare și populațiile sînt mai stabile. În ecosistemele simple, din motive opuse — număr mic de specii și lanțuri alimentare scurte — fluctuațiile sînt mult mai rapide și au amplitudini mari.

Consecințele practice ale înțelegerii dinamicii populației sînt extrem de numeroase în amenajarea ecosistemelor. Cunoscîndu-se mecanismele care determină proliferările abundente, precum și căile care pot opri aceste proliferări, ecosistemul poate fi amendat și nișele ecologice ocupate de dăunători transferate — de pildă — unei populații neutre din punct de vedere al competitivității în ecosistem.

2.3.5. **Relațiile intra și interspecifice.**

Relațiile care se produc între indivizii unei aceeași specii se numesc relații *homotipice*, spre deosebire de cele care au loc între indivizi ai unor specii diverse, relații care se numesc *heterotipice*.

Principalele relații homotipice sînt *efectul de grup* și *efectul de masă*, primul avînd, de regulă, un efect benefic asupra evoluției populației, cel de al doilea cu efecte predominant negative.

Prin efect de grup se înțeleg modificările care intervin atunci cînd doi sau mai mulți indivizi ai unei aceleași specii se asociază, ducînd o viață comună. Sînt păsări care nu pot trăi decît dacă coloniile lor au un anumit număr de indivizi și o anumită densitate de cuiburi ; sînt animale care, strînse în turmă — bizonii de pildă — se pot apăra de prădători și sînt prădători care numai în haită pot ataca animale de talie mai mare decît a lor.

Efectul de masă se petrece atunci cînd — cel mai adesea — mediul este suprapopulat. Exemple despre autolimitarea populațiilor, în aceste situații, au fost date atunci cînd s-a vorbit despre fluctuația numărului de indivizi ; ele pot fi continuate. Cînd în făina în care trăiește coleopterul *Tribolium confusum* numărul de indivizi este prea mare, femelele își pierd fecunditatea, o parte din larve sînt mîncate de părinții lor, iar indivizii rămași secretă diferite substanțe care inhibă procesul de reproducere.

Relațiile interspecifice formează una din cele mai importante caracteristici ale biocenozei. În afara inventarierii

populaţiilor dintr-o biocenoză, a cunoaşterii structurii şi repartiţiei lor, relaţiile şi conexiunile dintre populaţii realizează organizarea biocenozei, stabilind căile pe care se dirijează fluxurile de materie, energie şi de informaţie şi formînd, în ultimă instanţă, integralitatea biocenozei şi, în mare măsură, a întregului ecosistem.

Apreciind posibilele categorii de relaţii dintre două specii, vom observa că acestea pot fi indiferente, de ajutor sau dăunătoare uneia din speciile considerate.

Relaţiile interspecifice care trebuie avute în vedere sînt : *neutralismul, cooperarea, mutualismul, comensalismul, amensalismul, parazitismul, predatorismul* şi *competiţia*.

— *Neutralismul*, implică o lipsă de influenţă, directă sau indirectă, între două specii, o lipsă de legături şi de afinităţi ; ele sînt indiferente, cel puţin în condiţiile ecosistemului dat.

— *Cooperarea* este relaţia pe care o stabilesc două populaţii care, deşi pot trăi izolate una de alta, se asociază, fiecare trăgînd un anume avantaj. Adesea în cultură (dar şi în ecosistemele naturale), randamentul a două plante sau a două culturi diferite dar asociate este superior culturilor pure, din cauza exploatării mai bune a solului, complementară, sau din cauza într-ajutorării mutuale. Raigrasul cultivat împreună cu lucerna conţine de peste două ori mai mult azot decît dacă se cultivă singur, pentru că el primeşte acest element fundamental pentru creştere şi de la lucernă.

Desigur, există şi cazuri mult mai complicate de cooperare ; astfel se cunosc cupluri de două plante care nu coexistă niciodată împreună în afara prezenţei unei a treia plante, capabilă să neutralizeze secreţiile antagoniste ale primelor două şi să le facă — prin cooperarea sa — cohabitante.

— *Mutualismul (simbioza)*. Este o relaţie obligatorie care favorizează ambele populaţii ; în lipsa sa cele două populaţii nu pot supravieţui. Micorizele şi lichenii oferă exemple edificatoare.

— *Comensalismul* este relaţia care se stabileşte între o specie-gazdă, care nu are nici un avantaj, şi o specie

comensală care se poate hrăni sau apăra prin intermediul speciei-gazdă.

— *Amensalismul* este legătura facultativă, cu urmări defavorabile asupra unei populații care este inhibată în creștere sau dezvoltare de către o populație parteneră. Semințele de grîu nu germinează în prezența semințelor de *Viola* : o populație de alge este inhibată, prin producerea de ectocrine de o altă populație algală ; diverse bacterii sînt oprite în multiplicare de către antibioticele produse de o anume ciupercă... Și exemplele pot continua. Amensalismul se mai numește *antagonism* sau *antibioză* ; în cazul interacțiunii între plante el poartă și numele de *alelopatie*.

— *Parazitismul* este fenomenul prin care o specie trăiește pe seama gazdei sale căreia îi provoacă grave neajunsuri, adesea moartea ; în general, speciile parazite sînt de dimensiuni mici și nici nu au alte posibilități de supraviețuire în afara parazitismului.

În ceea ce privește populațiile parazite, putem avea populații *polifage* care atacă un număr foarte mare de specii (omida de *Pyrausta nubilalis* mănîncă peste 200 de specii vegetale) ; trebuie spus, pentru a elimina confuziile, că polifagismul nu este incompatibil cu preferința alimentară.

În afara speciilor polifage, populațiile parazite pot aparține unor specii *monofage* (viermele de mătase/dud) sau unor specii *oligofage* (care trăiesc pe contul unor plante înrudite între ele : gîndacul de Colorado/familia solanaceelor).

— *Predatorismul* este relația obligatorie în care o specie este vînatul iar cealaltă vînătorul *(predatorul)*. Spre deosebire de parazitism, în care nu totdeauna parazitul omoară gazda, predatorismul duce la moartea vînatului. Cunoscînd că în natură o specie poate fi deopotrivă pradă și prădător, această relație are o pondere deosebită în biocenoză, în procesul de selecție, de evoluție și de adaptare prin intermediul unor legături adesea indirecte dar totdeauna prezente.

— *Competiția* este interacțiunea a două populații care au aceleași necesități de hrană, de adăposturi, de locuri de pontă.

Putem avea o *competiție activă* (interferență) atunci cînd una din specii interzice celeilalte, prin comportamentul său, accesul la hrană sau la locurile disputate și o *competiție pasivă* (de exploatare) — mai răspîndită — în care comportamentul nu intervine direct pentru a opri accesul competitorului la resursele dorite.

Observațiile au arătat că gradul de competiție este cu atît mai ridicat cu cît cele două specii implicate sînt mai apropiate una de alta prin origine, obiceiuri și preferințe ; la limită se admite că dacă ele au aceleași nevoi nu pot cohabita, una din specii urmînd a fi eliminată. Lucrul acesta este adevărat chiar dacă unele exemple — superficial analizate — par a-l contrazice. Astfel cormoranul negru *(Phalacrocorax carbo)* și cormoranul moțat *(Phalacrocorax aristotelius)*, care cuibăresc împreună pe aceeași faleză în Marea Britanie și pescuiesc în aceleași ape, nu se exclud. Analiza atentă a acestui caz arată că *P. carbo* se hrănește mai ales cu animale bentice, în timp ce *P. aristotelis* pescuiește în apele superficiale și că — deci — speciile nu sînt concurențiale !

Competiția are influențe deosebite în repartiția geografică a populațiilor ; astfel, numeroase marsupiale australiene au regresat în fața concurenței iepurilor și oilor ; viermii de pămînt, din regiunile tropicale, au fost înlocuiți de specii paleartice etc.

Competiția face ca repartiția speciilor să aibă loc în biotopuri învecinate dar alopatrice ; este de pildă cazul lui *Rattus norvegicus* (șobolanul cenușiu) care populează pivnițele și canalele, în timp ce șobolanul negru *Rattus rattus* s-a refugiat în podurile locuințelor.

Există și o competiție pentru condiții cît mai bune de trai, în special în lumea plantelor unde lumina și umiditatea sînt disputate pentru o mai bună creștere și dezvoltare. În cazul unor specii simpatrice, această competiție duce la diferențieri morfologice la ambele specii, datorită divergenței caracterelor și reprezintă un element de diversificare adaptativă, care stă la baza evoluțiilor speciilor.

2.3.6. Lanțurile trofice. Nișa ecologică.

Relațiile trofice domină legăturile dintr-o biocenoză și ele se află adesea grupate în lanțuri în care unele viețuitoare sînt mîncate de cele care le urmează și mănîncă acele viețuitoare care le preced.

Există două categorii de lanțuri alimentare : a) unele care încep cu vegetalele mîncate de ierbivore și b) altele care au punctul inițial în materia organică în descompunere.

În cazul unui lanț trofic care începe cu plantele, se disting 3 categorii diverse de indivizi, după rolul pe care-l au în ecosistem și anume :

— *Producătorii,* reprezentați de vegetația autotrofă, capabilă de a asimila bioxidul de carbon și de a fabrica materii organice de tipul glucidelor, lipidelor și protidelor. Principalii producători în ecosistemele terestre sînt plantele superioare iar în ecosistemele acvatice algele planctonice.

— *Consumatorii* pot fi de diferite ordine, potrivit locului pe care-l ocupă în lanțul trofic. Sînt consumatori de prim ordin animalele ierbivore care se hrănesc cu producătorii autotrofi ; lor li se pot adăuga și diversele categorii de paraziți vegetali. Consumatorii de ordinul II sînt animale care trăiesc pe seama ierbivorelor. Consumatorii de ordinul III sînt carnivore care se hrănesc cu carnivore de ordinul II. În același fel se pot defini consumatori de ordinul IV, V etc. ; în general, însă, un lanț trofic nu cuprinde mai mult de 5—6 verigi. Mai trebuie spus că toți consumatorii de ordinul II, III etc. sînt prădători sau mîncători de cadavre.

— *Descompunătorii* formează ultimul grup dintr-un lanț trofic ; ei sînt reprezentați, mai ales, de microorganisme cum ar fi bacteriile, levurile și ciupercile saprofite care descompun cadavrele și dejecțiile, înapoind ciclurilor minerale, elementele conținute în materia organică.

În felul acesta, rezumativ, se pot identifica în lanțurile trofice care încep plantele autotrofe un șir de consumatori mergînd de la ierbivore, la carnivore de talie mică pînă la carnivorele de talie mare. O variantă a acestui fenomen o formează lanțurile dominate de paraziți. Con-

trar lanțului precedent, acesta merge către organisme mereu mai numeroase dar de talie din ce în ce mai mică : mamiferul ierbivor este parazitat de insecte, care la rîndul lor sînt parazitate de protozoare.

În cazul unui lanț alimentar care începe de la materia organică moartă, consumatorii sînt populațiile detritivore (saprofage). Acest lanț trofic este frecvent în ecosistemele abisale sau cavernicole, în care organismele clorofiliene nu sînt prezente. Saprofagii predominanți sînt bacteriile și ciupercile, anelidele și artropodele. Merită, de asemenea, menționat și fenomenul de coprofagie prin care dejecțiile sînt ingerate și reingerate.

Odată cu lanțul trofic — care reprezintă calea de vehiculare a substanțelor nutritive în ecosistem — trebuie definite și noțiunile de nișă ecologică și de nivel trofic.

Nișa ecologică este ansamblul format din habitatul unei specii și din relațiile sale trofice : cunoașterea nișei ecologice permite să se răspundă la întrebările *cum, unde* și *pe seama cui* se hrănește specia, de *cine este mîncată, cum* și *unde* se repauzează și se reproduce. Se pot defini două categorii de nișe ecologice : una potențială și cealaltă reală.

Nișa ecologică potențială reprezintă ansamblul condițiilor de mediu necesare unei specii, în absența tuturor presiunilor venite din partea altor specii ; ea corespunde expansiunii maxime pe care specia o poate atinge.

Nișa ecologică reală corespunde porțiunii nișei potențiale existentă în biotop.

Nivelul trofic este format din totalitatea organismelor care sînt separate de vegetalele autotrofe, cu care se începe lanțul trofic, printr-un același număr de verigi. Vegetalele constituie — prin definiție — primul nivel trofic (fig. 16).

Un același animal poate aparține, în același timp, mai multor nivele trofice dacă el este omnivor sau dacă este un prădător care atacă animalele din grupa carnivorelor de diferite ordine.

Pentru a înțelege rolul fiecărui organism în lanțurile trofice trebuie determinat regimul alimentar care-i este caracteristic, lucru destul de greu de realizat.

Metodele prin care această determinare se face sînt următoarele: *observația directă, examenul conținutului stomacal* (pe această cale se apreciază destul de exact

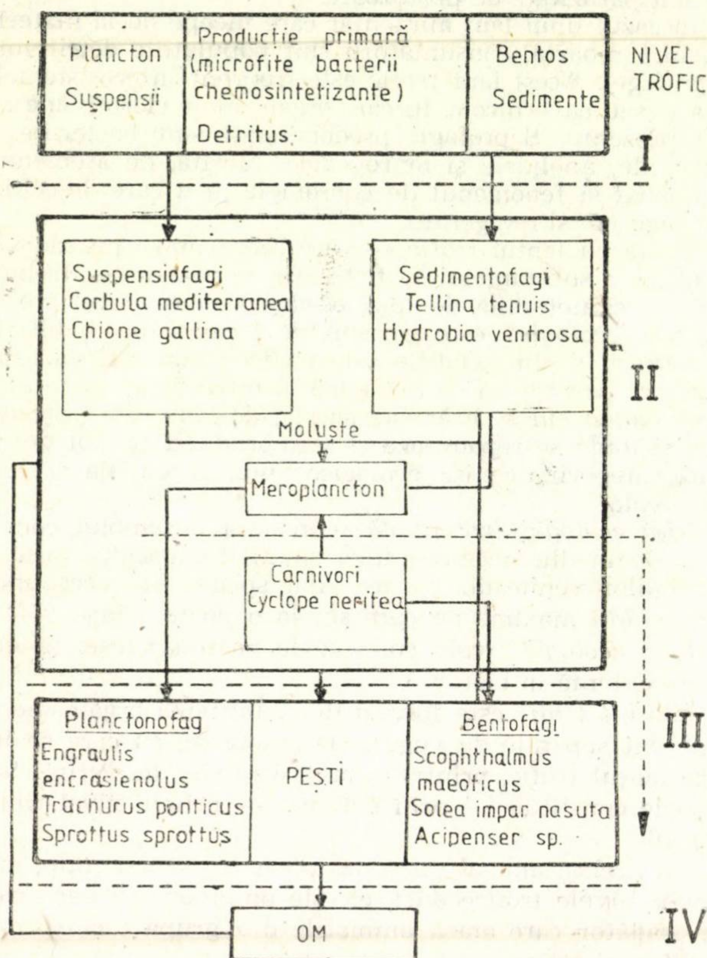


Fig. 16. — ***Nivelele trofice, avînd ca verigă intermediară moluștele psamobionte de la litoralul românesc al Mării Negre (după M. Gomoiu, 1970).***

rolul unei populații în ecosistem), *metoda serologică* (care nu are întotdeauna specificații definitorii) și *metoda radioizotopică*. Această ultimă metodă permite, prin utilizarea izotopilor ^{32}P și ^{137}Cs, izolarea lanțurilor alimentare și individualizarea lor ; în același timp, folosirea radioizotopilor oferă și posibilitatea cunoașterii cantității de alimente ingerate.

Relațiile trofice ale unui ecosistem pot fi definite în funcție de numărul de indivizi, în termeni de biomasă sau în termeni de energie.

Structura trofică a unui ecosistem poate fi redată grafic prin așa-numitele piramide trofice care pot exprima numărul indivizilor, nivelele trofice, biomasa acestora și cantitatea de energie vehiculată. Reprezentările grafice au pornit de la constatarea că într-un ecosistem animalele de talie mică sînt mai numeroase decît animalele de talie mare și că rata lor de înmulțire este mult mai ridicată ; de asemenea, s-a plecat și de la faptul că orice carnivor are ca pradă un animal a cărei talie este cuprinsă între anumiți parametrii, cel superior neputînd depăși dimensiunile prădătorului, iar cel mai mic reprezentînd o mărime la care randamentul capturii continuă să fie satisfăcător.

Evident, excepțiile de la aceste două reguli nu lipsesc : în primul rînd, în cazul lanțului de paraziți și saprofiți și apoi datorită felului de vînătoare (vînatul în haită al unor prăzi mai mari decît indivizii care compun haita) sau grație unor înzestrări anatomo-morfologice specifice (veninul la șerpi sau scorpioni).

Piramida numerelor poate da o idee asupra lanțurilor trofice dintr-un ecosistem dar, pentru a fi cît mai aproape de realitate, ea trebuie întregită de celelalte două piramide amintite și anume a biomasei și a energiei.

Indicînd printr-un dreptunghi biomasa producătorilor și suprapunînd peste acesta biomasa ierbivorelor, apoi a carnivorelor de ordinul I, II etc., se obține imaginea unei piramide care reflectă transferul de materie de-a lungul lanțului trofic. Imaginea rezultată — cel mai adesea — este cea a unui triunghi cu vîrful în sus ; excepții apar în ecosistemele acvatice cînd, sezonier — sau în alte ca-

zuri — raportul zooplancton/fitoplancton este favorabil celui dintîi.

Piramida energiilor, care din punct de vedere ecologic reprezintă cea mai însemnată expresie a rețelelor trofice, este mult mai dificil de reprezentat, din cauza dificultăților de transformare a materiei în energie.

Împreună, toate aceste piramide reprezintă auxiliare prețioase în studiul relațiilor din ecosistem.

Într-o biocenoză se pot identifica numeroase lanțuri trofice care se întretaie și se interferă formînd adevărate *rețele trofice* (fig. 17). Între acestea se disting lanțuri

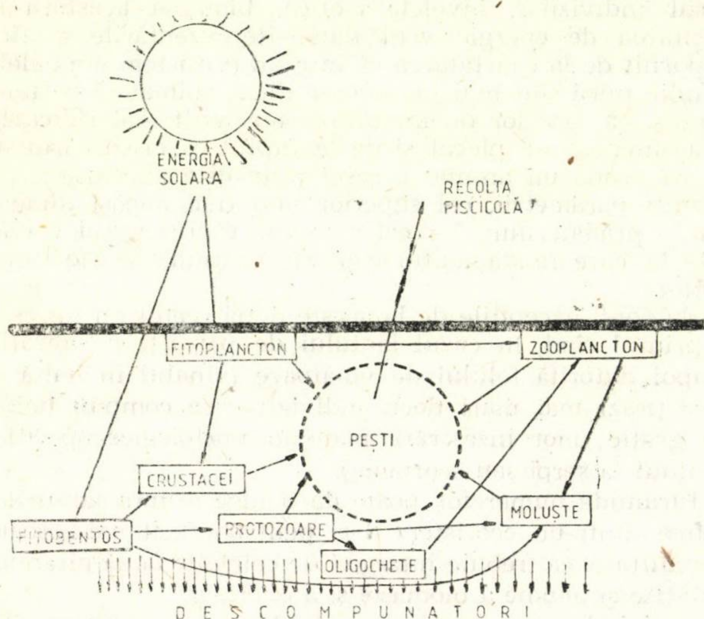


Fig. 17. — *Schema unei rețele trofice.*

trofice principale, alcătuite din specii dominante ca număr și biomasă și care au rolul principal în transferul de substanță și energie în ecosistem. Alături de aceste lanțuri trofice principale funcționează numeroase lanțuri se-

cundare, interconectate la ele prin diferite verigi, formînd împreună rețeaua trofică.

Cunoașterea fluxului de substanță care circulă în plasa rețelei trofice, între diferite specii, permite evaluarea rolului fiecărei populații în biocenoză și cunoașterea *circuitelor biogeochimice* din biocenoză. Prin aceste circuite substanțele chimice care intră în compoziția materiei organice se reîntorc în starea lor minerală, urmînd a fi refolosite.

Există două mari categorii de astfel de substanțe și anume a) substanțele gazoase — pentru care atmosfera, în covîrșitoare parte, este rezervorul lor esențial și b) ciclurile sedimentare în care elementele sînt strînse, în formă solidă, într-un sediment.

Importante sînt ciclul carbonului, al azotului, al fosforului și al apei ; prin amploarea lor, prin viteza de recirculare și prin interrelațiile lor, ele pot forma o imagine despre stabilitatea ecosistemului și posibilitatea sa de autoreînnoire.

În ecosistemele antropice aprecierea valorii acestor cicluri permite dirijarea aplicării de îngrășăminte și de tehnici care să ducă la o productivitate maximă, completîndu-se astfel și complementîndu-se circuitele biogeochimice.

2.3.7. Transferul de materie, energie și informație. Comunicarea populațiilor cu mediul ambiant.

De-a lungul rețelei trofice are loc transferul de materie și de energie și o parte din transferul de informație. O rezultantă a acestei rețele poate fi considerată producția de materie și de energie care se poate exporta din ecosistem, fără ca acesta să-și schimbe caracterele inițiale (fig. 18).

În general, producătorii primari își capătă energia din radiația solară care formează astfel imensa majoritate de energie intrată într-un ecosistem ; alte intrări pot fi datorate migrațiilor unor populații și aportului pasiv adus din ecosistemele vecine, prin intermediul factorilor climaterici.

Uneori în legătură cu aceste transformări, alteori în legătură cu procesele vitale ale populațiilor (reproducerea, răspîndirea, apărarea) se stabilesc căile de comunicație și felul în care populațiile unei biocenoze se fac

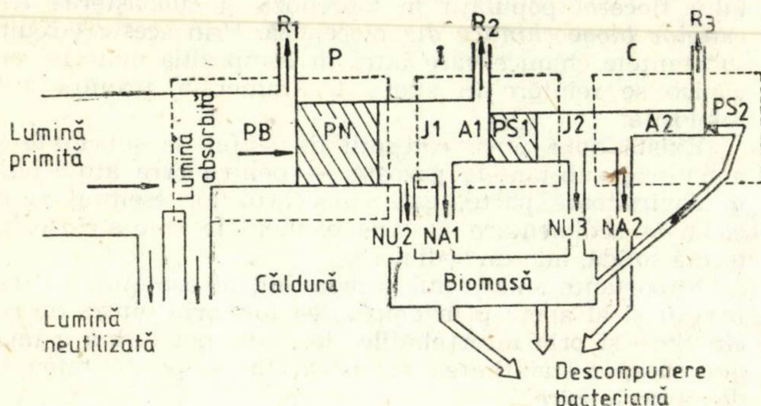


Fig. 18. — *Transferul de energie într-un lanț alimentar simplu conținînd numai trei nivele trofice : producători, ierbivori, carnivori (după Dajoz).*
(NU_2 = productivitatea primară netă neutilizată) ; A_1 = cantitatea de energie utilizată ; NA_1 = energia eliminată sub formă de dejecții ; PS_1 = Producția secundară ; PS_2 = producția secundară a carnivorelor ; I_1 = cantitatea de energie reală utilizată ; R = respirația.

înțelese în mediul ambiant. Comunicațiile au loc prin intermediul unor semnale codificate care sînt recepționate, descifrate și interpretate la nivelul altor populații.

Semnalizările acustice, luminoase și de expresie sînt tot atîtea căi de comunicare, atît intraspecifice cît și interspecifice. Prin intermediul lor circulă informațiile privitoare la hrană sau apărare, informații care sînt adresate unor populații cu interese comune dar care pot fi decodificate și de alte populații. În categoria semnalelor acustice întîlnim cu frecvență *semnalele de alarmă și de orientare* precum și, uneori, limbaje incipiente (pentru delfini au fost constituite serii întregi de sunete cu semnificații precise și repetabile) ; în legătură cu acestea

există adaptări anatomo-fiziologice și etologice de detectare și de prindere a vibrațiilor și a curenților.

Deosebit de interesantă este comunicarea pe căi *chimice*, care poate informa diferitele componente ale biocenozei, în sensul orientării în spațiu, favorizării fenomenului de reproducere și pregătirii procesului de apărare. Metaboliții chimici sînt excretați de obicei cu anticipație (feromoni, exocrine, mirosuri etc.) îndeplinind cu adevărat rolul de comunicație ; alteori, ei sînt eliberați la contactul cu alte populații — caz în care informația, devenită astfel puțin utilizabilă, funcționează mai mult ca o reacție de apărare.

Într-o biocenoză este interesant de înțeles semnificația mirosurilor produse de flori în procesul de polenizare, identificarea grupelor de insecte afectate de această informație ; sînt cunoscute de asemenea informații care vin de la distanțe extrem de mari și care ghidează populațiile de animale spre locurile de pontă.

Numeroase specii de plante sintetizează compuși toxici (glicozizi, cianogeni etc.) ceea ce le face neconsumabile pentru multe populații de animale. Uneori substanțele chimice se vehiculează inofensiv, de-a lungul lanțului trofic, regăsindu-se toxice, la un anumit nivel, din cauza acumulărilor.

Informația chimică se asociază în multe cazuri cu o colorație aposematică (de avertizare) sau cu unele intocmiri care-i subliniază prezența. Substanțele chimice pot servi, de asemenea, și la inhibarea sau stimularea înmulțirii populațiilor vecine. Sînt cunoscute (s-a mai discutat despre ele) substanțele din grupa exocrinelor, fitoncidelor, antibioticelor.

Reiese că mecanismele și semnificațiile comunicațiilor intra dar mai ales interspecifice permit înțelegerea funcționării ecosistemelor. Într-adevăr, relațiile interspecifice legate de răspîndirea sau de mijloacele de apărare nu sînt niciodată relații care privesc doar două populații, ele fiind o parte din relațiile complexe care guvernează biocenoza și care interpun adesea între două grupe de viețuitoare, aflate în legătură, numeroase alte populații : astfel reproducerea la multe specii este condiționată nu numai de lipsa unor dușmani, de prezența unei surse de

hrană abundentă ci și de existența unor specii care să asigure locul de pontă, substratul etc.

În multitudinea relațiilor din biocenoză mijloacele de apărare ale organismelor pot fi : a) *individuale*, active sau pasive (adaptări morfologice, biochimice) și b) *colective* (prin intremediul unor indivizi specializați, ca în cazul sifonofoarelor ; sau prin agregare în grupuri).

În afara acestor mijloace de apărare există și altele, rezultate din multitudinea relațiilor biocenotice și anume : fenomene de *mimetism, de imitație și de homocromie* prin care se încearcă înșelarea eventualilor prădători și care dovedesc sesizarea de către o specie a celorlalte componente ale biocenozei.

Din relațiile trofice prin care se face transferul de substanță și energie și din sistemul de comunicare care formează o parte importantă a transferului de informație, reies deopotrivă integralitatea biocenozei și numeroase caracteristici care servesc la clasificarea ei din punct de vedere al utilității.

În cazul ecosistemelor antropice lanțurile trofice principale din biocenoză sînt dirijate, transferul de substanță și de energie cuantificat și controlat, iar sistemul de informație, care are alte valori și calități, se exprimă în principal prin tehnologii, metode de creștere, noțiuni și informații, toate capabile să augmenteze cantitățile de energie intrate.

2.3.8. Periodicitatea și evoluția biocenozelor.

În cursul anotimpurilor și chiar în cursul unor perioade mai scurte, biocenoza prezintă modificări importante, mai ales ca urmare a migrării animalelor. Periodicitatea sezonieră este remarcabilă pentru că ea schimbă starea fiziologică a plantelor, influențează perioada de reproducere la animale, transferă dominanța de la o specie la alta, modifică intensitatea și, uneori, chiar sensurile fluxului de materie și energie.

Sezoanele schimbă complet fața biocenozei dar ciclurile după care se desfășoară restabilesc faciesul sezonier ; firește, nu în întregime ; odată cu timpul, de cele mai multe ori imperceptibile, alteori vizibile — cel puțin sub

diferite aspecte — biocenozele evoluează și evoluția le diversifică.

Biocenozele sînt de o multitudine remarcabilă, ușor de înțeles dacă avem în vedere că ele sînt rezultatul interacțiunii cu biotopuri diverse. Se apreciază că varietatea unei biocenoze este cu atît mai mare cu cît mergem din regiunile polare spre ecuator, ceea ce — imediat — pune în legătură diversitatea speciilor cu factorii climatici.

Alături de *factorii climatici* menționați remarcăm de asemenea preponderența *factorilor istorici*, o biocenoză avînd tendința să se diversifice de-a lungul timpului, ceea ce face ca biocenozele stabilite mai demult să aibă o varietate mai mare decît comunitățile tinere de plante și animale.

O a treia categorie de factori care determină diversificarea biocenozelor o formează *factorii biotici*, în primul rînd influența competiției și a productivității. Biocenozele care cunosc o competiție înverșunată permit selecției să determine apariția și coexistența unor noi tipuri de pradă, care atrage după sine noi prădători ; în ceea ce privește productivitatea în ecosistemele naturale s-a constatat că există o relație directă între diversitate și producție : cu cît diversitatea este mai mare, cu atît producția va fi mai sporită.

Într-un mediu divers risipa de energie este mică, cea mai mare parte a energiei fiind stocată sub forma materiei vii ; o abundență a hranei permite speciilor să se împartă în populații semiizolate, care vor avea astfel un statut adaptiv nou și vor forma un alt centru de diversificare al materiei vii.

Dacă acestea sînt cauzele diversificării biocenozei, evoluția ei apare ca un fenomen obligatoriu, care reiese din interacțiunile dintre populațiile conținute și din interacțiunile cu biotopul, care o modelează și dirijează prin factorii climatici, geologici și edafici.

Influența exercitată de biotop asupra biocenozei este definită prin termenul de *acțiune*. Prin intermediul acțiunii se nasc diferite adaptări morfologice și fiziologice, se elimină unele specii și se stabilesc dimensiunile populațiilor.

Influența biocenozei asupra biotopului este desemnată de termenul de *reacțiune*. Prin reacțiune unele componente ale biocenozei pot modifica biotopul în sensuri destructive sau, dimpotrivă, avantajoase pentru biocenoză. Plantele-pionier, ca lichenii și mușchii, solifică rocile ; viermii din sol au o acțiune benefică asupra păturii superficiale pe care o trec prin corp în cursul procesului de hrănire și de săpare ; unele grupe de animale — cum sînt termitele sau castorii — pot modifica însăși topografia biotopului ; detritusurile animale și vegetale sînt sediul unor transformări chimice care schimbă, încetul cu încetul, compoziția chimică a biotopului ; evapotranspirația intensă la nivelul vegetației contribuie la crearea unui microclimat aparte, care la rîndul său determină conținutul în apă al solului și o nouă interrelație biocenoză-biotop.

Coacțiunea, cel de al treilea termen al interacțiunilor care duc biocenozele pe panta procesului evolutiv, desemnează influența pe care organismele o exercită unul asupra altuia. Schimbarea unei specii dominante, care poate deriva din numeroasele relații pe care deja le-am studiat (o populație numeroasă de ierbivore care să distrugă vegetația, un parazit care să decimeze o populație întreagă de ierbivore distrugînd baza trofică a carnivorelor de ordinul I etc.) va da un alt aspect biocenozei și deci valențe noi reacțiunii.

Privind procesul de evoluție la scară geologică înțelegem influența factorilor climatici și transformările meteorologice care au ghidat, în mare măsură, căile de dezvoltare ale biocenozei. În același sens au acționat și acționează fenomenele geologice ca eroziunea, sedimentarea, orogeneza sau vulcanismul. În sfîrșit, lucru extrem de valabil în contemporaneitate, factorul antropic reprezintă pivotul central al evoluției unei biocenoze, pentru că el poate modifica raportul dintre specii, poate impune o specie dominantă și poate dirija rețeaua trofică.

Capitolul III

STUDIUL ECOSISTEMELOR

3.1. Analiza sistemică în studiul ecosistemelor

Prezentate ca sisteme cu caractere proprii, cu nivele de integrare și cu relații care duc la stabilitate și autocontrol, ecosistemele sînt studiate potrivit analizei sistemice prin care urmează să li se cunoască structura, funcționalitatea, evoluția și comportarea în timp.
Se consideră că populațiile de animale și vegetale, componentele biotopului și factorul antropic sînt subsisteme ale ecosistemului, între ele existînd schimburi de materie, energie și informație.
În analiza sistemică acest model existent în spațiul multidimensional poartă numele de model *izomorf*. Studiul unui astfel de model necesită o perioadă îndelungată pentru cunoașterea amănunțită a subsistemelor, ceea ce implică posibilitatea schimbării între timp a relațiilor existente în ecosistem și chiar a componentelor sale.

Pentru înlăturarea acestui neajuns, studiul multilateral al ecosistemelor se înlocuiește cu un model simplificat dar asemănător, model care în analiza sistemică poartă numele de *homomorf*. Un model homomorf se întocmește printr-un proces de grupare a subsistemelor în entități mai mari și tratarea lor unitară ; în funcție de felul cum sînt grupate subsistemele se pot obține mai multe modele homomorfe pentru un același ecosistem izomorf.

Firește, studiile cele mai precise vor fi obținute printr-o analiză efectuată asupra unui model izomorf, dar cer-

cetările practice au arătat că și modelele homomorfe pot da rezultate fiabile în cazul în care constantele de timp ale grupelor de subsisteme sînt identice.

3.2. **Producția primară**

Studiul transferului de energie al productivității unui ecosistem formează baza modernă a cercetărilor ecologice. Productivitatea unui ecosistem este cantitatea de materie vie produsă în timpul unei unități de timp de către întregul ecosistem.

În cazul definirii de mai sus este vorba de productivitatea brută. Există și o productivitate netă care corespunde diferenței dintre productivitatea brută și cantitățile pierdute în fenomenele respiratorii (cheltuielile energetice legate de metabolismul bazal).

Adesea în ecosistem se calculează numai productivitatea unui anume nivel trofic sau numai a constituenților principali, interesanți prin utilizarea lor sau prin rolul determinant pe care îl au în ecosistem.

3.2.1. **Valoarea producției și productivității primare** se datorește plantelor autotrofe a căror sursă de energie o constituie radiația solară incidentă pe Terra ; valoarea totală a acestei energii este de $5 . 10^{20}$ Kcal/an, ceea ce revine la aproximativ 2 cal/cm^2/minut. Din cantitatea de lumină incidentă, numai aproximativ 1-3% este folosită în fotosinteză ; cu toate acestea, producția primară netă — care reprezintă biomasa acumulată de plante — realizează cifre impresionante pe parcursul unui an, cu variații numeroase de la un an la altul, datorită dinamicii interacțiunii biotop—biocenoză.

Biomasa producției primare se exprimă prin greutatea substanței organice uscată la unitatea de spațiu, iar adăugarea elementului timp dă o imagine asupra productivității. Producția și productivitatea se pot exprima de asemenea în unități energetice, grame/calorii, cunoscînd că un gram de substanță uscată (substanță organică + substanță minerală) vegetală are, în medie, o valoare cuprinsă între 4,5 — 5,5 calorii. Gradul de precizie al acestor transformări poate fi mărit în cazul grupelor

de plante al căror conținut energetic a fost deja stabilit, în urma unor numeroase experimentări.

La scară mondială s-a încercat să se evalueze productivitatea primară a diferitelor regiuni de o oarecare omogenitate. O sinteză a acestor studii apreciază productivitatea în 4 regiuni distincte, după cum urmează :

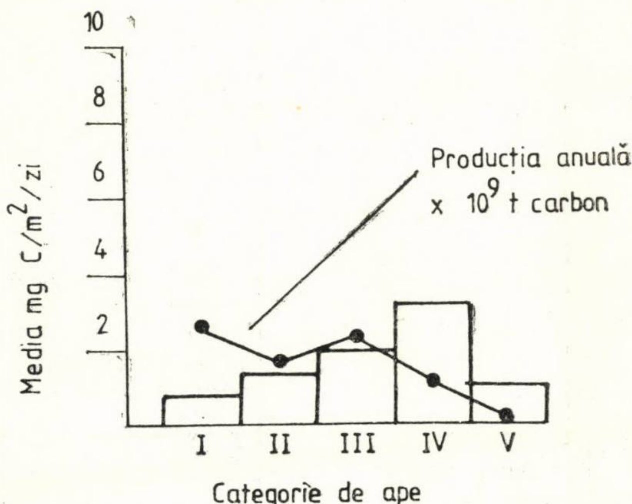


Fig. 19. — *Producția primară a fitoplanctonului în Oceanul Pacific, în legătură cu calitatea apelor : I = oligotrofe ; II = oligomezotrofe ; III = mezotrofe ; IV = mezo-autotrofe ; V = eutrofe.*

— 0,1—0,5 g/m^2/zi, în mări și oceane (fig. 19).

— 0,5—3 g/m^2/zi în formațiunile ierbacee semiaride, în lacurile profunde, în pădurile de altitudine și pe litoralul marin ;

— 3—10 g/m^2/zi în pădurile umede, în lacurile de mică adîncime și în zonele agricole ;

— peste 20 g/m^2/zi în estuare, pe recifurile coraliere, în ecosisteme cu biotop aluvial, în culturile intensive.

Din analiza făcută biocenozelor, ca și din studiul fotosintezei, rezultă că producția și productivitatea pri-

mare sînt controlate de factori limitativi, în special de temperatură, de conținutul în apă și săruri minerale al solului și de energia luminoasă, la care se adaugă repartiția substanței organice determinată de structura ecosistemului (fig. 20).

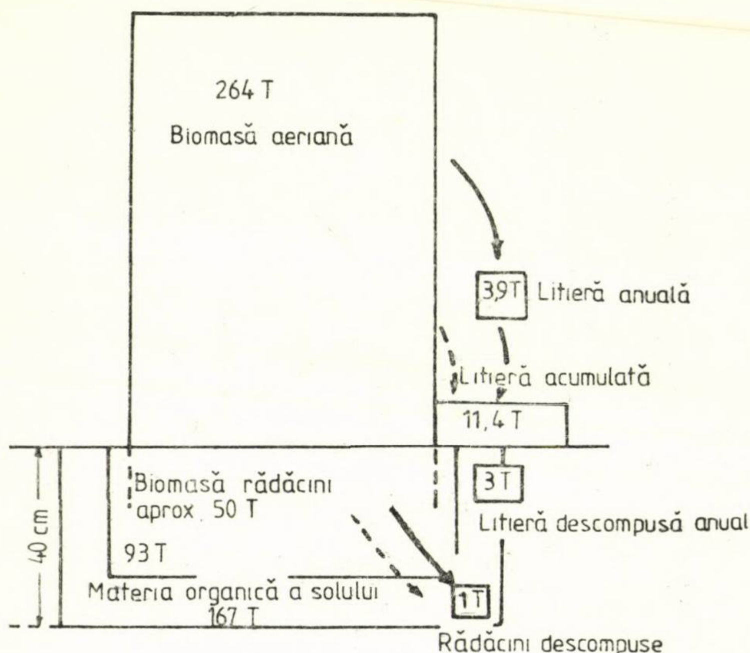


Fig. 20. — *Repartiția și evoluția materiei organice într-o pădure de stejar cuprinzînd excreția și disoluția de materii organice antrenate în sol prin apele de scurgere, precum și absorbția eventuală a compușilor organici de către rădăcini (Rapp, 1969).*

Încercarea de a defini cu precizie producția primară a diferitelor zone, regiuni sau tipuri de ecosisteme este dificilă ; în schimb, aproximarea ei este posibilă și satisfăcător de corectă pentru a caracteriza biomurile cercetate. Se socotește că producția primară este inferioară cifrei de 2,5 tone în deșerturile subtropicale și tropicale,

cuprinsă între 2 şi 5 tone biomasă vegetală pentru deşerturile polare, subboreale şi solurile sărate, că variază între 12,5 şi 25 tone în tundră (50 tone în tundra forestieră) şi are o oscilaţie cuprinsă între 12,5 şi 150 tone în pampas, savane şi mangrove. Cele mai mari biomase se găsesc în taiga (400 tone), în pădurile cu frunze căzătoare (500 tone) şi mai ales în pădurile tropicale sempervirente ; în acestea din urmă vegetaţia atinge, şi uneori depăşeşte, cantitatea de 1 000 de tone la hectar.

Valorile acestea maxime formează, împreună cu datele lui Whittaker din 1975, o imagine a producţiei şi productivităţii pe grupe mari de ecosisteme (tabelul nr. 3).

Tabelul nr. 3

Productivitatea primară netă şi biomasa vegetaţiei pentru principalele ecosisteme ale lumii.

Ecosisteme	Sup. 10^6km^2	Prod. netă g/m^2/an	Media	Biomasa mondială 10^9 t s.u./an
Pădure tropicală	24,5	1000-3500	2000	49,4
Pădure temperată	12,0	600-2500	1250	14,9
Pădure boreală	12,0	400-2000	800	9,6
Pădure şi brusă	8,5	250-1200	700	6,0
Savană	15,0	200-2000	900	13,5
Pajişte temperată	9,0	200-1500	600	5,4
Tundră şi vegetaţie alpină	8,0	10- 400	140	1,1
Deşert şi semideşert	42,0	0- 250	40	1,7
Teren cultivat	14,0	100-3500	650	9,1
Mlaştină şi baltă	2,0	800-3500	2000	4,0
Ape dulci	2,0	100-1500	250	0,5
Total continental :	*149,0*		*733*	*115*
Ape pelagiale	322,0	2- 400	125	41,5
Platformă continentală	27,0	200-1000	360	9,8
Cîmpuri de alge, recifi, estuare	2,0	500-4000	1800	3,7
Total marin :	*361,0*		*152*	*55*
Total mondial	510,0		333	170

Interesant este de văzut şi o evaluare a producţiei primare brute (Odum) exprimate în unităţi de energie (tabelul nr. 4).

Tabelul nr. 4

Producția primară brută anuală a biomasei și distribuția sa în ecosistemele principale (după Odum, 1971)

Ecosistem	Suprafața ($\times 10^6 km^2$)	Productivitatea primară ($Kcal/m^2/an$)	Producția primară brută totală (10^{16} Kcal/an)
Marin			
ape pelagiale	326,0	1000	32,6
ape costiere	34,0	2000	6,8
zone de upwelling	0,4	6000	0,2
estuare și recifi	2,0	20000	4,0
subtotal :	362,4	—	43,6
Terestru			
deșerturi și tundre	40,0	200	0,8
pajiști și pășuni	42,0	2500	10,5
păduri uscate	9,4	2500	2,4
păduri boreale de conifere	10,0	3000	3,0
terenuri cultivate sau cu aport scăzut de energie	10,0	3000	3,0
păduri temperate umede	4,9	8000	3,9
agricultură mecanizată	4,9	12000	4,8
păduri tropicale și subtropicale umede	14,7	20000	29,0
subtotal :	135,0	—	57,4
Total pentru întreaga biomasă (cifre rotunjite)	500,0	2000	100,0

După calculele sale raportul substanță uscată-lumină vizibilă = 0,61 mg/Kcal.

Whittaker socotește că productivitatea primară netă medie pe glob este de 336 $g/m^2/an$, ceea ce corespunde la o energie medie de 1 500 Kcal pe aceeași suprafață. În același timp, el stabilește și diferite raporturi între substanța uscată, lumina vizibilă și clorofilă care să exprime eficiența productivității primare nete.

Văzută sub raportul potențialului energetic, biomasa vegetală al cărui potențial energetic este estimat (din Lupei, 1986) la 100 TW *)/an/an — se distribuie după cum urmează :

*) 1 TW = 1 milion de megavați (MW).

— 23 TW an/an în biomasa mlaștinilor, pășunilor și tundrelor ;

— 29 TW an/an în păduri ;

— 10 TW an/an în terenuri cultivate ;

— 38 TW an/an în algele oceanice.

A fost estimat și consumul de biomasă mondial, la nivelul anului 1979 :

— consumul de hrană umană, direct = 0,4 TW an/an (rația de 2 200 cal/om) ;

— consumul animalier, estimat = 0,6 TW an/an ;

— lemnul exploatat = 0,8 TW an/an ;

— pierderi la recoltare = 0,7 TW an/an.

Legătura dintre transferul de energie și transferul de substanțe în producția de biomasă a unui organism se poate face notînd cantitatea de căldură (Q), lucrul efectuat (W) asupra mediului de o cantitate de căldură Q, energia primită care se răsfrînge asupra energiei interne (Δ E) și căldura (entalpia) primită (H). Pentru că $\Delta E = \Delta H$, rezultă că variația energiei în termen este egală cu aceea a entalpiei. Dacă H_1 și H_2 sînt entalpiile în substanța ingerată, respectiv în cea eliminată, Q_1 și Q_2 schimbul de căldură și W_1 și W_2 schimbul de travaliu se poate spune că $\Delta E = \Delta Q - W$ și $\Delta H = H_1 - H_2$ $(Q_1 - Q_2) + (W_1 - W_2)$.

Socotind că W este practic neglijabil, că $(H_1 - H_2)$ este egal cu diferența dintre ingerare (I) și excreție (Ex) și că $(Q_1 - Q_2)$ reprezintă pierderea netă de căldură în respirație (R), vom reveni la formula producției de biomasă care este egală cu (I — Ex) — R.

3.2.2. Metodele de măsurare ale productivității primare.

Metoda principală și cea mai eficientă este metoda recoltei ; aceasta se poate face periodic, în așa fel încît să nu se piardă nimic din produsul fotosintezei (partea aeriană și rădăcinile). Recolta se usucă la etuve la 150° C și cantitatea de calorii furnizate de substanța uscată se măsoară la bomba calorimetrică. Are inconvenientul că se aplică dificil plantelor multianuale sau perene dar,

prin eșantionaj, metoda recoltei este eficientă și în aceste cazuri.

Pentru plantele lemnoase s-au imaginat diverse metodici pentru aflarea potențialului productiv. Dintre acestea reproducem indicele biochimic (IB) a lui C. Bîndiu pentru precizia și simplitatea sa exprimată în formula :

$$IB = \frac{V\ (10\ P + S + \Sigma\ T)}{A\ (Tm \cdot 0{,}59)}$$ în care

A = amplitudinea anuală între mediile temperaturilor lunare

Σ T = suma anuală a temperaturilor mai mari de 0° C

Tm = temperatura medie anuală

V = durata sezonului de vegetație, în luni

S = stratul hidrologic util al solului, în medie

P = suma anuală a precipitațiilor, în medie

Cu acest indice biologic aflat se calculează potențialul bioproductiv (Pr) după ecuația :

$$\frac{0{,}75\ IB}{\left(-0{,}12 + \frac{IB^2}{5{,}85}\right.} + \frac{IB^2}{5{,}85}$$

Alte metode se bazează pe capacitatea fenomenului de fotosinteză, care se poate face fie prin măsurarea gazului carbonic absorbit, fie prin măsurarea oxigenului eliminat în procesul de asimilație clorofiliană. În acest caz la *nivelul ecosistemului* trebuie avut în vedere că respirația animalelor are loc concomitent cu procesul de fotosinteză și că, deci, o parte din oxigenul eliminat de plante dispare ca urmare a inspirației lumii animale. În aflarea productivității acvatice, de pildă, metoda cunoașterii valorii fotosintezei are anumite variante, printre care cea mai uzitată este metoda sticluțelor albe și negre pusă la punct de Gaarder-Gran, Winkler sau Vinberg ; de asemenea instalația Warburg permite, printr-o metodă manometrică, cuantificarea schimburilor gazoase ale vegetației.

În productivitatea marină este frecvent întrebuințată metoda pigmenților asimilatori (metoda Harvey) care ia în calcul concentrația clorofilei *a*, după relația mg C =

$= F \times mg$ clorofilă *a*, în care valoarea coeficientului F, în cazul fitobentosului, depinde de concentrația clorofiliană în populații : se recomandă $F = 60$ pentru populații cu conținut bogat și $F = 120$, pentru populații cu conținut clorofilian scăzut ; în cadrul fitoplanctonului valoarea lui F depinde de specie, localizare și stare de nutriție : se recomandă $F = 60$ pentru populații naturale, în regim de lumină intensă sau pentru populații provenite din ape oligotrofe și $F = 30$ pentru populații naturale sau culturi fără carențe nutritive.

În cadrul acestei metode, expresia clorofila $b/a+b$ indică fracțiunea fitoplanctonului mort iar raportul clorofilian a/c permite aprecierea gradului de senilitate al populației.

Metoda folosirii elementelor radioactive — în special a carbonului marcat ^{14}C — este apreciată ca fiind eficientă și precisă ; de curînd a fost introdusă în practică o metodă de estimare concomitentă a fotosintezei și a formării proteinelor cu ajutorul azotului marcat ^{15}N care, adăugat în apă sub forme solubile, este regăsit în fitoplancton printr-o dozare cu spectometru de masă. Măsurătorile trebuie făcute deopotrivă cu ajutorul nitraților și a sărurilor amoniacale pentru că fitoplanctonul cercetat poate fi adaptat la utilizarea uneia sau celeilalte din formele azotului.

Metoda precedentă are o variantă în care azotul marcat nu este necesar. Procedeul (Krey) se bazează pe reacția biuretului care permite — într-un mediu alcalin — formarea, cu sulfatul de cupru, a unui complex de culoare violetă. Urmează o măsurătoare spectrofotometrică, cu extincțiile de bază 530 și 750 nm ; etalonarea se face cu albumină pură de ou, rezultatul exprimîndu-se în echivalență albumină. În această metodă apar, din păcate, două inconveniente : faptul că se determină și proteina moartă și faptul că hidroliza nu se face în cele mai bune condiții.

Menționarea cîtorva metode și principii pentru determinarea productivității primare a fost făcută pentru a se crea o imagine asupra posibilităților de cunoaștere a fenomenului la scara unui ecosistem și a se înțelege dificultățile folosirii acestora la suprafețe întinse.

3.3. Producția secundară

Producția primară reprezintă baza energetică pe care se dezvoltă biomasa animală. Aceasta din urmă se poate evalua apreciind randamentul animalelor crescute, a pescuitului — și prin capturi și eșantionaj — și cel al animalelor sălbatice ; la productivitatea astfel evaluată, datele despre efectivele principalelor grupe de animale și despre biomasa lor, în momentul efectuării observațiilor, completează baza cunoștințelor despre consumatorii producătorilor primari.

Energia consumată de animale, ca hrană vegetală, este asimilată, în cea mai mare parte, și folosită în metabolism, pentru mișcare, pentru prinderea hranei, pentru reproducere etc... ; o altă parte din energie se elimină prin dejecții, exocrine etc...

Energia asimilată se stochează în substanțe organice proprii și se concretizează în sporuri de biomasă și în producere de noi indivizi.

În mediul terestru biomasa animală este, în general, mai mică decît $1^0/_0$ din greutatea plantelor autotrofe și este formată în proporție de 90—$95^0/_0$ din nevertebrate ; se menționează că, obișnuit, raportul dintre biomasa ierbivorelor și biomasa carnivorelor este de 1 la 100.

Cîteva valori ale producției secundare pot ilustra „încărcătura" animală a diferitelor ecosisteme și regiuni. Biomasa păsărilor se apreciază la 20—25 kg/km^2 în savana senegaleză, la 100 kg/km^2 în pădurile Slovaciei și numai la 8 kg/km^2 în pădurile uscate din Germania.

Producția secundară a unor populații de păsări se poate calcula pe baza numărului mediu de ouă depuse de o femelă, cunoscînd durata necesară ca un ou să eclozeze (*e*), timpul necesar ca să se formeze — din oul eclozat — un individ matur, capabil de a depune ouă (D) și numărul inițial de indivizi (N). Producția secundară zilnică va fi (după W. Edmonson) :

$$P_2 = \frac{e \cdot N}{D}$$

În ceea ce privește nevertebratele ele pot ajunge la peste 20 de tone, greutate uscată/km^2 în zonele fertile.

Tabelul nr. 5 aduce alte date privind producția și productivitatea secundară pe diferite meridiane și în diferite ecosisteme și regiuni.

Tabelul nr. 5

Productivitatea secundară pentru cîteva ecosisteme exemplificată prin mamifere, păsări, pești și nevertebrate (după Dajoz).

Ecosistemul	kg/km²			
	Mamifere ierbivore	Păsări	Pești	Nevertebrate
Savană mărginită de pădure	13 200			
Preerie nord-americană	3 500			
Tundră canadiană	800			
Pădure tropicală umedă	75			
Pășuni în Europa Occidentală	125 000			
Pădure de conifere		22,5		
Lacuri și lunci		130		
Marile lacuri americane			800	
Lacurile africane			24 700	
Micile lacuri americane			17 800	
Preerie cu cyperaceae				700-25 000
Savană cu andropogonet în Guineea, în sezon de ploaie				25 000
Biomasă bentică marină :				
— Marea Mediterană				100
— Marea Japoniei				1 750
— Marea Nordului				3 460

În mediul marin statisticile FAO au arătat că produsele pescuitului au fost, pentru 1985 de 84,9 milioane tone. În apele dulci, captura peștelui în kg/ha a mers de la un kg la cîteva mii de kilograme, atunci cînd peștii ierbivori au fost crescuți în ecosisteme cu adaus de îngrășăminte și hrană.

În legătură cu producția și productivitatea secundară și ca o completare a exemplelor și tabelului reprodus, apare necesară definirea noțiunilor de *eficiență a asimilării, eficiența producției* și *eficiență ecologică.*

Eficiența asimilării hranei de către animale reprezintă raportul dintre energia asimilată și energia ingerată. Atît la ierbivore, cît și la carnivorele de diferite ordine această eficiență este mult mai mare decît în lumea vegetală, deoarece animalele convertesc cu ușurință formele de energie ; *eficiența producției secundare* este raportul dintre eficiența asimilării și producția primară ; de aici rezultă că eficiența unui nivel trofic reprezentat de consumatori este producția secundară a nivelului dat, raportată la producția nivelului precedent : acest raport se numește *eficiența ecologică.*

Pentru a măsura productivitatea secundară este necesar, printre altele, cunoașterea naturii și cantității alimentelor disponibile precum și valoarea lor calorică. Cantitatea de alimente consumată de către un animal se poate estima în condiții de captivitate, condiții cărora trebuie să li se aducă unele corecturi pentru a înlătura diferențele existente între consumul unui animal în libertate și cel al unui animal în captivitate. Determinarea hranei asimilate (care formează fluxul de energie) reiese din relația — exprimată în calorii — alimente ingerate minus dejecțiile. Determinarea energiei dejecțiilor este uneori mai dificilă decît a hranei asimilate, mai ales în cazul ierbivorelor rumegătoare unde gazele de fermentație care se formează în stomac au o valoare calorică importantă.

Fluxul de energie mai poate fi dat și de relația producția secundară plus respirație. Această metodă se aplică la multe insecte defoliatoare, productivitatea fiind estimată prin eșantioane iar respirația prin măsurători de laborator.

Cele două metode expuse mai sus nu dau totdeauna aceleași rezultate, așa încît este nevoie de atenție și de interpretare, mai ales că raportul flux de energie/alimente ingerate este extrem de important la diferite animale.

În general, raportul este cuprins între 60-90% la prădători și în jur de 90% la carnivorele mari. Prezența celulozei reduce digestibilitatea și face ca la carnivore acest raport să fie între 40—80%. Copepodul *Calanus hyperboreus* are un randament de asimilație de 56% cînd mănîncă diatomee, 70% cînd mănîncă peridinee și 80%

cînd ingeră algele verzi, ceea ce demonstrează importanța compoziției cantitative a hranei, în procesul de acumulare al energiei. Valorile producție secundară/energie și producție secundară/alimente ingerate sînt mici la porc și ridicate la poichiloterme, în legătură cu costul în energie al menținerii stării de homeotermie.

3.4. Transferurile și transformările de energie

Transferul de energie de-a lungul diferitelor nivele trofice ale unui lanț alimentar decurge astfel : 1. producătorii primari capătă energia de la radiațiile solare, energie pe care o absorb la nivelul clorofilei (trebuie repetat că numai o parte infimă din lumina solară este folosită în sinteza substanțelor organice care dau productivitatea primară brută ; aceasta formează fluxul de energie care străbate primul nivel trofic). O parte din producția brută se pierde prin respirație și la dispoziția celui de al doilea nivel trofic rămîne numai producția netă ; 2. o parte a producției primare nete servește ca aliment animalelor ierbivore care, ingerînd-o, absorb cantitatea de energie constitutivă a hranei (cealaltă parte a productivității primare, care nu este utilizată, va fi în cele din urmă pradă bacteriilor și altor descompunători). Energia înglobată corespunde la ceea ce este real utilizat din producția netă vegetală ; din ea trebuie de asemenea scăzută partea care nu se asimilează (cea care se elimină sub formă de dejecții). Fracțiunea asimilată corespunde deci *producției secundare* și ea reprezintă fluxul de energie care traversează nivelul trofic al ierbivorelor ; 3. pentru cel de al treilea nivel, nivelul trofic al carnivorelor de ordinul I, fluxul de energie este cel reprezentat de biomasa totală a producției secundare brute a ierbivorelor din care se scade materia consumată prin respirație.

Pentru continuarea expunerii felului în care se face transferul de energie în următoarele lanțuri trofice raționamentul de urmat este analog : o parte din carnivorele de ordinul I sînt consumate de carnivorele de ordinul II dînd naștere noului flux de energie care va caracteriza nivelul trofic al carnivorelor de ordinul II etc.

. Transformările de energie și transferul fluxurilor de la un nivel trofic la altul (fig. 21), dau o imagine clară asu-

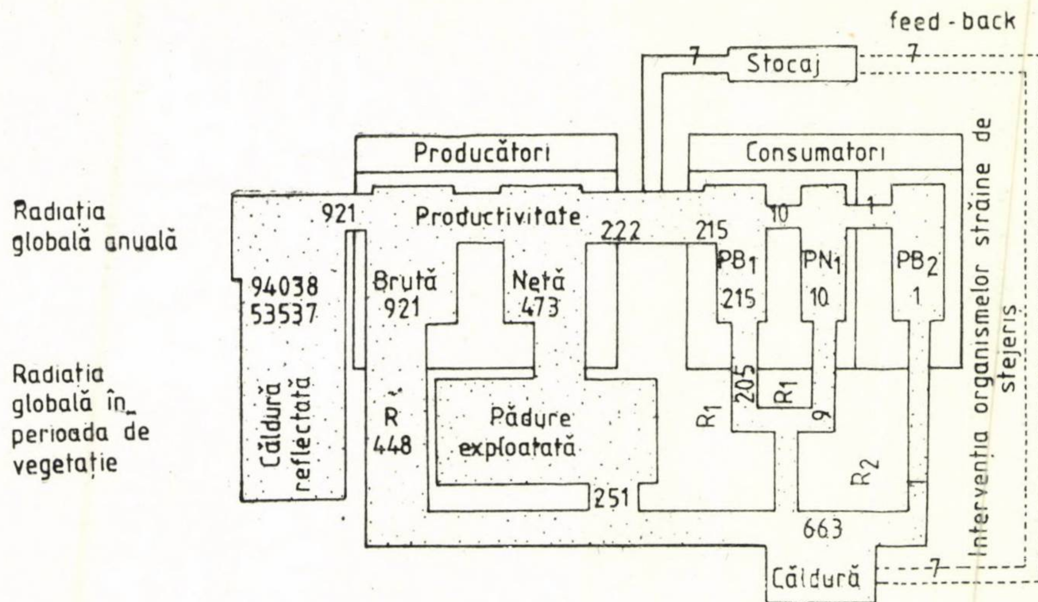


Fig. 21. — *Fluxul de energie (Kcal/cm²/an) de-alungul diverselor nivele trofice ale unei păduri de stejar (după Galoux, 1964).*

pra eficacității energetice a unui ecosistem. Există pentru definirea acestuia — după cum s-a mai arătat — o eficiență (randament) ecologică de creștere, o eficiență de producție și o eficiență de asimilare. Toate aceste randamente (eficiențe) sînt interesante în măsura în care concură la definirea eficacității ecologice a unui ecosistem, termen care desemnează raportul dintre asimilarea la un anumit randament trofic de rang *n* și asimilarea trofică de rang *n*-1.

Calculele unanim recunoscute spun că plantele verzi utilizează pentru fotosinteză și transformă în energie chimică numai 1-3% din energia luminoasă, că eficacitatea fotosintezei (raportul producție netă/lumină totală) este de ordinul 0,1-0,5. Din producția netă, după cum s-a mai arătat, ierbivorele nu utilizează în medie decît 1% pentru a-și alcătui propria biomasă iar randamentul pentru următorul nivel trofic atinge aproximativ 10% din energia înglobată de ierbivore. Dacă se pleacă de la o medie de 1 000 Kcal/zi/m^2 de energie luminoasă, fixată de plantele verzi, țesuturile ierbivorelor nu reprezintă decît 10 Kcal, cele ale carnivorelor primare 1 Kcal. și cele ale carnivorelor secundare 0,1 Kcal.

O analiză completă a productivității nete dintr-un ecosistem și a randamentului de transfer al energiei în trecerea prin diferitele trepte ale lanțului trofic (fig. 22) pune în evidență că productivitatea netă a ecosistemului (PN) se exprimă prin relația productivitatea brută (PB) minus suma respirațiilor (R) producătorilor, sau încă — pentru că $PB_1 = PN_1 + R_1$ — prin formula :

$$PNe = PN_1 - \sum_{2}^{n} R_i$$

Pentru imaginarea sistemului de transfer al energiei în ecosistem, trebuie arătat că cel mai adesea componenții autotrofi sînt separați în spațiu de către cei heterotrofi : astfel vegetația autotrofă, ierbivorele și carnivorele sînt plasate deasupra solului în care se găsește o faună compusă, în principal, din consumatori primari, detritivori ; în mod similar, în ecosistemele acvatice, către suprafață se află fitoplanctonul și animalele ierbivore, în timp ce detritivorele se găsesc în bentos, la adîncimi apreciabile.

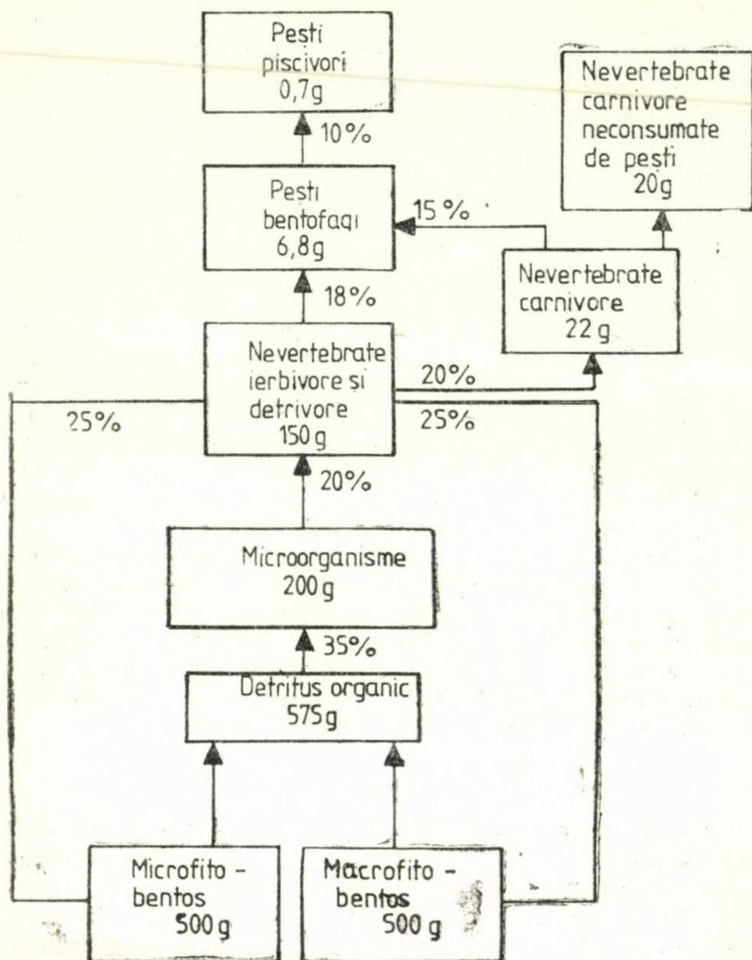


Fig. 22. — *Randamentul de transfer al energiei (în %) în lanțul trofic al unui sistem bental (din C. Budeanu și E. Călinescu, 1982).*

După acest criteriu Dajoz clasifică ecosistemele în două categorii și anume : a) ecosisteme cu lanțuri alimentare în care ierbivorele sînt dominante și b) ecosisteme cu lanț alimentar în care dominante sînt detritivorele.
În completarea datelor din acest subcapitol privitoare la studiul ecsistemelor vom da două exemple practice și anume : studiul unui ecosistem acvatic și studiul unui agroecosistem.

Sistemul acvatic este cel de la Silver Springs și a fost studiat de Odum în 1957. Prezentarea sa este următoarea :

Biotopul. Apa are o temperatură practic constantă în tot timpul anului (22,2-2,23,3°C), debitul mijlociu este de 0,21 m^3/secundă, apa este dulce, cu slabe urme de calciu, magneziu, sodiu, potasiu, sulfați și cloruri ; este clară și transparent, ceea ce permite o luminare intensivă a vegetației. Clima are aspect subtropical.

Structura trofică a biocenozei. Vegetalele dominante în Silver Springs sînt : *Sagittaria lorata* și algele epifite *Cocconeis placentula, Melosira granulata* și *Navicula minima.* Pe lîngă numeroase alte alge unicelulare neidentificate mai sînt remarcate plante de *Najas, Ceratophillum, Vallisneria* și *Potamogeton.*

Ierbivore sînt broaștele țestoase *(Pseudemys nelsoni* și *P. floridana),* peștii *(Mugil cephalus, Lepomis microlophus* și *L. punctata),* crustaceii *(Paleomonetes paludosus, Gammarus sp.),* gasteropodele *(Pomacea valudosa, Viviparus georgianus),* larvele insectelor *(Elophila sp., Calopsectra sp. ; Tendipes sp., Hydroptila sp.).*

Carnivorele primare sînt pești din genul *Lepomis* (al cărui regim este omnivor și care este deci plasat și printre ierbivore și printre carnivore) și *Gambusia affinis*, batracieni *(Amphiuma sp.* și trei specii de *Rana)* păsări *(Ardea, Fulica, Gallinula),* celenterate *(Hydra sp.* și *Craspedacusta soweryi),* insecte *(Coleoptere, Gyrinide, Heteroptere, Vellide),* acarieni, lipitori. Carnivorele secundare sînt peștii *(Lepisosteus sp., Amia calva, Micropterus salmoides)* și reptile *(Alligator mississipiensis).*

Organismele descompunătoare sînt bacteriile și crevetele *Procambarus fallax* care mănîncă resturi de animale și vegetale.

Piramida biomaselor stabilită ca urmare a studiului acestor date arată că biomasa totală este 863 de g/m^2, din care 809 g producători, 37 g ierbivori, 11 g carnivori primari, 1,5 g carnivori secundari și 4,6 g descompunători (fig. 23).

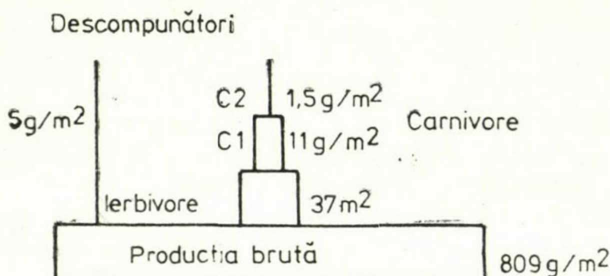


Fig. 23. — *Ecosistemul din Silver Springs.*

Productivitatea. Productivitatea brută este de 6 390 g s.u. materie organică/m^2/an, din care 13% proteină și 23% cenușă.

În ecosistem intră anual 120 g materie vegetală pentru fiecare metru pătrat. Pierderile se datoresc respirației (600 g/m^2/an), exportului de materie organică prin curent (766 g/m^2/an) și plecării larvelor de diptere, chironomide și tricoptere. Productivitatea în primăvară întrece de 2-3 ori pe cea din iarnă din cauza variației intensității luminoase. Creșterea productivității este însoțită însă de o creștere a consumului care lasă biomasa neschimbată. Raportul productivitate netă/biomasă se stabilizează în jurul cifrei 8. Biocenoza în starea sa actuală este însă aparent stabilă de aproape 100 de ani și corespunde unei stări de climax. Algele (4 490 g/m^2/an) și *Sagittaria* sînt principalii producători din ecosistem.

Un ecosistem agrar. (Zona Slatina).

Biotopul. Solul este argilo-iluvial pseudogleizat, cu textură mijlocie fină la suprafață, cu densitatea de 1,4

g/cm^3, pH între 6,1-6,4 și humus 3,1%. Are un conținut de P_2O_5 de 4 mg/100 g sol, 1,40 N total % și 1,80 C total %. Suma precipitațiilor anuale este de 460 mm, cu medii lunare de temperatură cuprinse între —1,7°C în ianuarie și 24°C în luna iulie.

Biocenoza din sol. S-a apreciat (la hectar), prin eșantionaj, o biomasă de 3,82 tone organisme animale, 4 tone organisme vegetale, la care se adaugă aproximativ 9,5 tone rădăcini vii. Dintre organismele animale lumbricidele și enchitreidele au o pondere deosebită ; au fost de asemenea identificate protozoare (în principal rizopode), rotiferi și acarieni.

Dintre organismele vegetale bacteriile ocupă locul principal *(B. megaterium, B. subtilis)* împreună cu ciupercile (frecvente sînt genurile *Fusarium, Aspergillus* și *Pythium).* Dintre alge sînt reprezentative speciile genurilor *Nostoc* și *Oscillatoria.*

Biocenoza de la suprafața solului. Cultură de grîu (95%) soiul Iulia, însoțită de buruieni (5%) printre care *Aspera spica venti, Sinapis arvensis, Poa trivialis, Veronica persica, Papaver rhoeas, Matricaria chamomilla, Galium aparine.* Dintre ciupercile parazite sînt prezente *Puccinia striiformie, Ustilago nuda* și *Erysiphe graminis.*

Terenul a fost îngrășat (100 kg N + 80 kg P) și ierbicidat cu Icedin. Fauna este reprezentată de *Thysanoptere, Heteroptere (Eurygaster austriaca) Homoptere* și *Coleoptere (Zabrus tenebroides, Melolontha melolontha).* Dintre mamifere cîteva rozătoare, în majoritate.

Piramida biomaselor (fig. 24) arată că la suprafață producătorii (grîu + buruieni) au o cantitate de 10 400 kg/ha, consumatorii ierbivori 630 kg și consumatorii carnivori 98 kg. S-a apreciat că materia organică din sol are o valoare de 98 800 kg și că saprofagii-descompunători animali și vegetali prezintă o biomasă de 10 300 kg.

Calculul fluxului energetic arată că alături de importul de energie solară evaluat la 2 200 . 10^6 Kcal/ha, se adaugă 7 . 10^6 Kcal importul de energie fosilă sub formă

de carburanți, ierbicide etc. ; această energie se transformă în produse dorite de om cu o valoare energetică de 21 . 10^6 Kcal, echivalentul a 4 200 kg boabe.

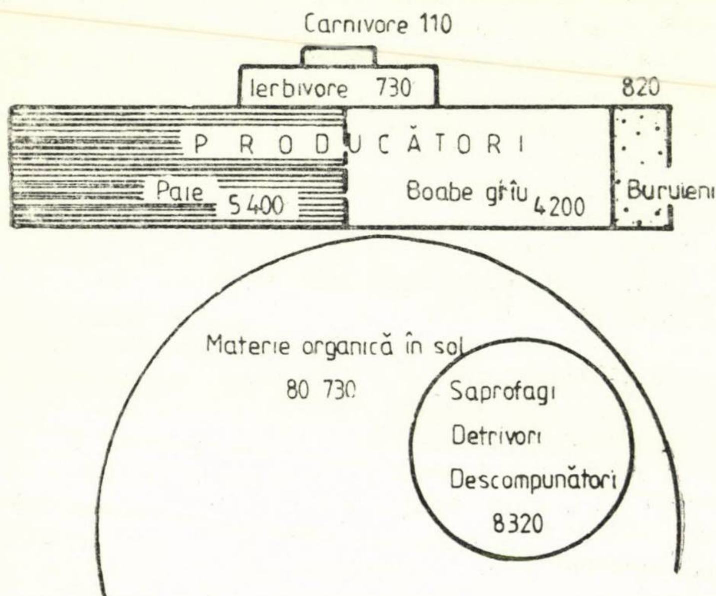


Fig. 24. — *Piramida trofică a unui agroecosistem.*

3.5. Autocontrolul și stabilitatea în ecosisteme

Două din caracteristicile sistemelor vii sînt autocontrolul și autoreglarea. Ecosistemul se supune acestor caracteristici prin intermediul cărora menține — între anumiți parametri — o constantă a structurii și a productivității.

Autocontrolul și autoreglajul sînt necesare dat fiindcă în ecosistemele naturale cantitatea de energie și de alimente primite de un ecosistem are în genere o anumită limită iar biocenoza trebuie să-și regleze numeric indivizii pentru a nu epuiza resursele energetice amintite.

Într-o biocenoză numărul indivizilor diferitelor populații este controlat de către populațiile care sînt în relații cu ele ; în același reglaj intervin și factorii abiotici ai biotopului cu granițe limitative sau cu oferirea de condiții favorabile de dezvoltare. Astfel, de pildă, într-un ecosistem acvatic populațiile algale sînt limitate pe de o parte de elementele nutritive aflate în apă iar pe altă parte de către peștii ierbivori.

Stabilitatea unei biocenoze este cu atît mai mare cu cît structura sa este mai diversă și complexitatea rețelei sale trofice mai mare. În sprijinul acestei idei, Elton aduce exemplul pe care l-am mai menționat : invaziile de plante și animale se produc cel mai adesea în ecosisteme simple, în timp ce ecosistemele cu complexitatea mare nu cunosc asemenea invazii. Explicația constă în faptul că într-o biocenoză complexă fiecare dăunător este supus controlului mai multor grupe de organisme, că în aceste ecosisteme nișele trofice sînt adesea suprapuse într-o oarecare măsură — ceea ce face ca înlăturarea unora dintre ele să nu provoace dezechilibre mari — și că structura diversă a biocenozei impune un număr redus de indivizi fiecărei populații. S-a constatat de asemenea că biocenozele care au mai multe specii polifage capătă o stabilitate mai mare decît cele care conțin în majoritate specii monofage pentru că acestea din urmă, prin înmulțire excesivă, pot duce la dispariția hranei lor și, ca o consecință, la autodistrugere.

Diversitatea unui ecosistem permite acestuia să-și maximalizeze intrările de energie și deci să-și crească productivitatea într-o atmosferă de stabilitate.

3.6. **Succesiunea ecosistemelor**

Ecosistemele sînt subsisteme dinamice, în permanență schimbare, datorită interacțiunii dintre biocenoză și biotop și, de asemenea, datorită echilibrului dinamic existent în biocenoză.

Prin activitatea ei biocenoza modifică biotopul influențînd structura și calitatea solului, conținutul de elemente nutritive, cantitatea de energie luminoasă care ajunge la sol, cantitatea de detritus, oxigenarea. Odată modificat

biotopul, speciile care l-au locuit tind să dispară sau să evolueze fiind înlocuite de alte specii pentru care noile condiții apar ca terenuri favorabile de dezvoltare. Transformarea lentă dar permanentă a ecosistemelor poartă nume de *succesiune ecologică*, desfășurată într-o suită de faze a căror ansamblu poartă numele de *serie*. Aceste faze tind către o poziție de stabilitate maximă statornică (numită încă *imuabilă)* — faza de climax.

Nișele ecologice devin din ce în ce mai înguste și mai specializate, talia organismelor tinde să se mărească iar ciclurile biologice se alungesc și se complică. Organismele, rare în biocenozele-pionier, sînt din ce în ce mai numeroase către stadiul de climax.

Factorii care intervin în selecția naturală se modifică : *r*-selecția (varianta selecției direcționale prin care se favorizează creșterea numerică a populației) domină în biocenozele-pioniere, în timp ce k selecția (o altă variantă a selecției direcționale îndreptată spre creșterea organismelor, capacitatea competitivă, creșterea longevității) este predominantă în biocenozele climax (Legile lui Margalef și Odum).

Succesiunea ecosistemelor este de trei tipuri :

— *succesiunea primară* corespunde instalării unor viețuitoare într-un mediu care nu a fost niciodată populat ; organismele care se instalează aici sînt calificate drept pioniere ;

— *succesiunea secundară* apare într-un mediu care a fost cîndva populat dar care a devenit lipsit de viață, ca urmare a unor modificări climatice sau intervenției omului ;

— *succesiunea distructivă* este cea care nu se termină printr-un climax ci, dimpotrivă, printr-o fază în care mediul este distrus, distrugere realizată de-a lungul a diferite serii.

Seriile unei succesiuni pot fi *evolutiv ciclice,* cînd după un anumit timp asociația inițială se reintegrează spontan sau *serii evolutiv regresive,* cel mai adesea datorate intervenției umane dar și unor factori naturali.

Biocenoza climax (capătul de evoluție al unei serii) rămîne neschimbată, identică cu ea însăși timp de cîteva generații umane. Cum față de erele geologice aceasta

este un timp redus, Margalef propune termenul de ecosistem matur (nu de ecosistem imuabil).

Clements avansează termenul de *climax climatic* care nu poate fi decît unul pe regiune ; în același fel putem avea și un *climax edafic*. *Climaxul stațional* reprezintă un climax climatic de mică întindere.

În privința acestei faze sînt cunoscute două teorii : a) una a fazei numite *climax*, care susține că ea este caracteristică unor anume condiții climatice și b) teoria *policlimaxului*, care susține că faza de stabilitate se datorează nu numai unui anume climat ci și trăsăturilor caracteristice ale structurii populațiilor și relațiilor din mai toate fazele succesorale, dar mai ales din faza de climax.

În diferitele stadii ale succesiunii ecologice se produc schimbări structurale, energetice și informaționale care devin caracteristici ale fazei în mediu. În cadrul succesiunii ecosistemelor există în timpul diferitelor serii, sau chiar în aceeași serie, succesiuni ale vegetației sau ale unor populații de animale cum ar fi păsările, insectele etc. Amplitudinea acestora forțează schimbările din seriile evolutive.

Evoluția ecosistemelor are loc în sensul maximalizării fluxului de energie, al stabilității și al diversificării. Acestea însă nu implică o productivitate optimă, pentru că raportul dintre producția brută și respirație tinde să devină egal cu unitatea.

În fazele succesionale timpurii, producția depășește consumul și de aceea aceste faze pot fi exploatate în condiții avantajoase de către om ; în afara productivității optime menționate, numeroase specii valoroase — din punctul de vedere uman al utilității — se găsesc de asemenea tot în fazele tinere ale ecosistemelor.

Cunoscînd aceste stadii de dezvoltare și caracteristicile lor este posibil ca prin intervenția antropică evoluția seriilor ecologice să fie întîrziată, oprită sau reîntoarsă la punctele de maxim interes pentru oameni. Trebuie spus că întoarcerea (sau întinderea) unor ecosisteme se poate face prin simplificarea structurii lor, printr-o exploatare dirijată și prin diferite metode chimice și

fizice (există și întineriri naturale provocate de fenomene climatice — gheţuri puternice, furtuni, inundaţii, foc.).

În ceea ce privește relaţiile dintre ecosistemele învecinate se constată că are loc o scurgere de energie şi de materie de la ecosistemul mai tînăr către ecosistemul matur. În aceste condiţii — cînd şi productivitatea şi utilitatea sînt mai mari în stadii mai timpurii — se poate pune întrebarea : „Care este utilitatea existenţei ecosistemelor mature (în stare de climax) ?" Iar răspunsul spune că :

Principala calitate a ecosistemului climax constă în marea influenţă pe care o are asupra stabilităţii factorilor climatici în zone întinse, realizată în primul rînd printr-un control al regimului hidrologic, inclusiv al apelor subterane.

3.7. Tipuri de ecosisteme. Principalele ecosisteme ale lumii

Ecosistemele pot fi clasificate, în funcţie de prezenţa sau absenţa elementului uman, în ecosisteme naturale şi ecosisteme artificiale.

Vegetaţia impune aproape totdeauna caracteristicile principale ale unui ecosistem şi de aceea principalele ecosisteme mondiale se clasifică, mai ales, după acest factor. Descrierea sau enumerarea marilor ecosisteme — cunoscute uneori sub numele de biomuri — este înlesnită şi de faptul că în biocenoze de o asemenea amploare există o coincidenţă spaţială destul de strînsă între asociaţiile animale şi asociaţiile vegetale.

3.7.1. Ecosisteme naturale. Printre ecosistemele naturale cele mai cunoscute sînt :

— Ecosistemul *tundra* care se defineşte prin o zonă de vegetaţie situată pînă la limita naturală a arborilor şi care este situată în emisfera nordică, pînă la nivelul cercului artic. Condiţiile climaterice sînt caracterizate printr-o perioadă de 9 luni de îngheţ şi de o vară scurtă în care solul nu se dezgheaţă decît pe cîţiva cm adîncime.

Vegetaţia este reprezentată mai ales de către *Carex* şi *Eriphorum*, muşchi şi licheni.

Fauna tundrei cuprinde peste 60 de mamifere, 40 de specii de păsări și numeroase insecte, printre care dipterele și colembolele sînt dominante.

— *Muntele* este un biom format din ecosisteme care pot fi delimitate pe diverse etaje.

Vegetația urmează aceste etaje urcînd pînă la 2 000 m cu diverse specii forestiere ; peste 3 000 de m există un etaj subalpin iar peste 4 000 de m un etaj alpin cu multe graminee. Vertebratele sînt reprezentate de cîteva reptile iar nevertebratele de numeroase insecte, multe dintre ele caracterizate de lipsa de aripi — consecință a vînturilor puternice din aceste zone.

— *Pădurile* care cuprind formații vegetale extrem de complexe și de diverse, așezate în mai multe straturi, la fel ca și fauna pe care o găzduiesc. Putem deosebi mai multe biomuri de păduri și anume : pădurile din zona temperată cu foi caduce, pădurile-taiga, pădurile cu frunze persistente de tip mediteranian și pădurile dense ecuatoriale, care sînt cel mai bine reprezentate în bazinul Amazoanelor, în Africa tropicală, în Indonezia și în Malaezia. Bogăția speciilor este remarcabilă ca și stratificarea. Se întîlnesc pînă la 2 000 de specii de arbori și 4—5 straturi în structura vegetală. Fauna este de asemenea extrem de bogată și specializată. Producția brută a unei păduri ecuatoriale este foarte ridicată dar, după cum știm, acesta fiind un ecosistem matur are o productivitate redusă. Producția brută a arborilor în pădurea ecuatorială poate să depășească 500 și chiar 1 000 t la hectar dar creșterea anuală în lemn este de numai aproximativ 1%.

— *Stepele* au condiții climatice caracterizate de perioade lungi de secetă. Vegetația este formată mai ales din graminee din genurile *Stipa, Festuca* și *Andropogon*. Adesea masa vegetală cuprinsă de rădăcini este mai mare decît cea a părților aeriene. Ierbivorele sînt foarte diverse.

— *Savanele*. Stratul vegetal este dominat de graminee în care se instalează specii arbustive. Aici se găsesc marile ierbivore ale faunei, multe păsări și carnivore. Productivitatea primară a savanei este destul de ridicată, în jur de 20 de t/ha.

— *Zonele aride* (deșerturi) cu vegetație rară, cu faună reprezentată mai ales de rozătoare, insecte și păsări alergătoare, cu interesante adaptări morfo-fiziologice la căldură și secetă.

— *Ecosistemul marin* cuprinde ca diviziuni biomurile : platoul continental, zona abisală și zona hadală (peste 6 000 de m adîncime).

Stratificarea biocenozelor este foarte interesantă în cazul platoului continental — cel mai fertil dintre ecosisteme — din cauza stratificării biocenozelor în plancton, necton și bentos.

— Biomurile *limnologice* în care deosebim apele curgătoare și lacurile — împărțite în litorale, sublitorale și cu zonă profundă.

3.7.2. **Ecosistemele artificiale,** sau antropizate, sînt acele ecosisteme care cuprind în ele o anume aglomerare numerică de oameni sau suferă influența antropogenă manifestă asupra mediului natural. Gradul de artificializare-antropizare al unui ecosistem este diferit atît de la un tip la altul cît și în cadrul acestuia.

Ecosistemul antropizat se deosebește de un sistem natural, în primul rînd printr-un consum de energie sporit și prin consumarea altor surse de energie, în afara celei solare. Apoi printr-un flux de energie care nu ține seama de ciclurile biogeochimice naturale ; în aceste ecosisteme circuitele naturale sînt fie suplimentate, fie înlocuite prin circuite artificiale.

În timp ce ecosistemele naturale cuprind în ele un flux energetic de aproximativ $1—4 \times 10^3$ Kcal/m^2/an, ceea ce generează o negentropie, sistemele antropizate au în general un flux energetic mult mărit, producător de entropie. Privit în perspectivă istorică trebuie spus că în timpul erei primitive consumul individual de energie al unui om era de aproximativ de 5 000 de Kcal/zi pentru a crește în zilele noastre, în țările cele mai dezvoltate, de 40 de ori, ajungînd la peste 200 000 Kcal/zi.

În ecosistemele artificiale se obțin productivități mari prin folosirea unor tehnici speciale și pe baza unor lanțuri trofice simplificate și scurte. Exportul de biomasă este compensat prin import de energie sub diferite forme iar

structura naturală a ecosistemului este înlocuită progresiv, pînă la indici foarte înalți, de o structură programată artificial.

Principalele tipuri de *ecosisteme artificiale* asupra cărora ne vom opri sînt :

— *Ecosistemul agricol.* Prin abordarea sistemică a agriculturii contemporane și prin crearea de complexe de tip agroindustrial, recoltele obținute se ridică la maximul posibil, în condițiile unui aport optim de materie, energie și informație, controlat de către factorul uman. Ca element constitutiv al ecosistemului agricol se alege sola (parcela), plecînd de la considerentul că principalele sale caracteristici o pot defini cu ușurință ca biotop pentru o biocenoză care ar urma să fie stabilită de către om. Într-adevăr, sola are o suprafață precis delimitată pe principiul uniformității biotopului și al unei decizii administrative ; pe ea se vor face aceleași tratamente agrotehnice care dirijează — sau modelează — factorii de mediu : este vorba de lucrările solului, de îngrășămintele și pesticidele aplicate, de cantitatea de apă administrată. Biocenoza atașată acestui biotop este aceeași în spațiu : pe toată suprafața a fost cultivată aceeași plantă, căreia i s-au asociat aceleași buruieni segetale, aceiași agenți fitopatogeni (cu hiperparaziții lor) și aceiași dăunători (cu prădătorii caracteristici). Microflora și microfauna din sol sînt de asemenea omogene — deși mai puțin specifice culturii. *În timp,* pe o solă se succed culturi care mențin caracteristicile uniforme.

Sola este nivelul primar și elementar al unui agroecosistem. Pentru construirea unui ecosistem modern este nevoie de înglobarea acesteia în alte 3 nivele superioare.

Nivelul superior solei (fig. 25) este asolamentul în care sola este încadrată, indiferent dacă aceasta are o rotație „liberă" sau o rotație stabilită și respectată riguros. Arealul pe care asolamentul este organizat prezintă o delimitare precisă ; el este influențat de edafon, este uniform ca tip de sol și, în timp, relativ omogenizat de culturile care se succed și de măsurile agrofitotehnice care i se aplică.

Pe ansamblul ecosistemului biocenoza este aceeași și repartizarea sa spațială, precum și alternanța în timp,

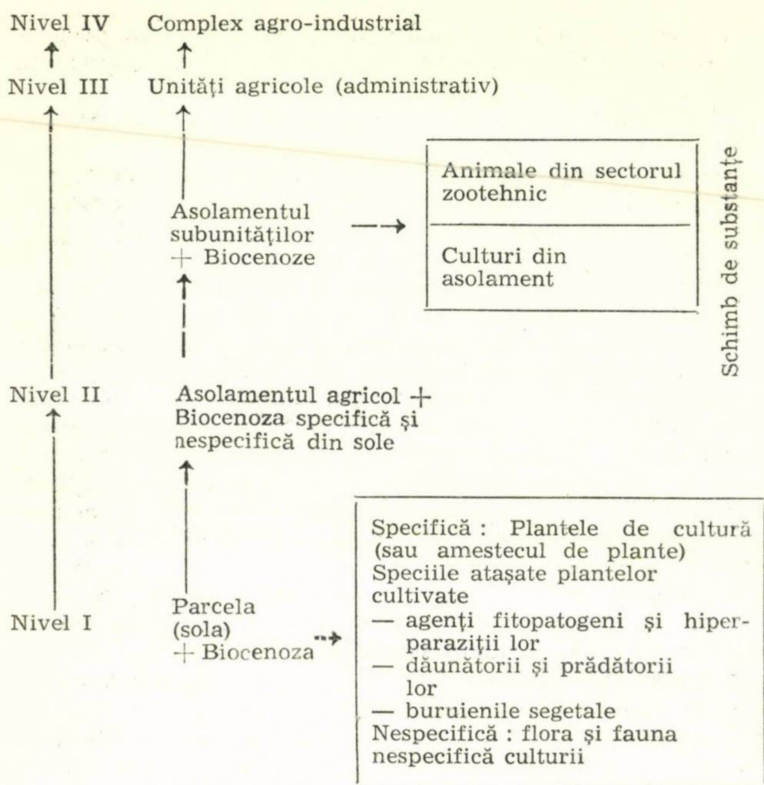


Fig. 25. — *Ierarhizarea ecosistemelor agricole (Al. Ionescu, D. Şchiopu, 1981).*

pe diferite sole, sînt specifice acestui nivel ecologic. La un moment dat, biocenoza dintr-un asolament este suma biocenozelor din solele componente în care se menţin relaţiile caracteristice dintre specii, în primul rînd relaţiile trofice şi cele de tip biochimic, alelopatic.

Asolamentul este organizat la nivelul de fermă sau de întreprindere agricolă iar capacitatea sa bioproductivă este influenţată de măsurile tehnico-organizatorice şi de deciziile luate de cadrele de conducere de la nivelul uni-

tății. Aceste decizii sînt dependente de dotarea și de aprovizionarea tehnică a unității, de nivelul de pregătire al personalului și de calitățile intrinsece ale conducătorilor. Sub aspectul organizării (delimitării spațiale) și a bioproductivității utile, reale, unitățile administrative care agregă mai multe asolamente pot fi considerate un nivel superior de integrare. În sfîrșit, ecosistemele agricole se pot asocia cu cele din sectorul zootehnic permițînd circuitul materiei și energiei în interiorul unei aceeași unități agrozootehnice, constituită ca ecosistem.

Particularitățile ecosistemelor agricole sînt grefate pe aceleași caracteristici constatate la ecosistemele naturale. Bioproductivitatea ecosistemelor agricole are *caracter istoric* : cunoscînd istoricul solelor se poate estima potențialul lor productiv.

Caracterul informațional este, de asemenea, prezent. Spre exemplu, informația privind existența fenomenului de secetă se transmite prin soluția solului și prin aerul atmosferic de deasupra plantei cultivate.

Integritatea culturii rezultă din respectarea densității plantelor care împiedică îmburuienarea.

Reglarea, se realizează de către om dar paralel cu aceasta există și o *autoreglare.* Se cunoaște, spre exemplu, importanța microclimei determinată de densitatea culturii, densitate hotărîtă de către om ; creșterea masei vegetale este — în același timp — și rezultatul autoreglării plantelor componente ale ecosistemului beneficiar al microclimei realizată de densitatea prestabilită.

Datele privind producția de energie și proteină în agroecosisteme pot servi la stabilirea și repartizarea diferitelor agroecosisteme în spațiu pentru satisfacerea necesităților de produse agricole de pe suprafețe cît mai reduse și cu consumuri cît mai mici. În România energia radiantă solară asigură condiții deosebit de productive, care se exprimă prin acumularea unei sume de 1 000 pînă la 1 800° C. Interceptarea și transferul energiei solare în agroecosisteme depinde de condițiile de incidență ale radiației, de proprietățile optice ale substratului, de însușirile structurale ale organelor plantelor. Alături de acestea acționează cele trei forme de energie investită de om în agroecosistem : (umană, animală și a combustibililor fo-

sili). Pentru cunoașterea comparativă a acestor energii se poate arăta că lucrul mecanic efectuat prin intermediul mașinilor cu aproximativ 1 litru de petrol este echivalent cu lucrul prestat de un cal în decurs de 3 ore sau de un om în aproximativ 30 de ore.

În consumul energetic al unui agroecosistem sînt importante — fiecare din alt punct de vedere — balanța energetică și randamentul energetic. Prima noțiune este suma ieșirilor din care se scade suma intrărilor de energie ; cea de a doua noțiune reprezintă raportul dintre suma ieșirilor energetice și suma energiei, arătînd cîte unități se obțin pentru o unitate cheltuită.

Agricultura modernă este mult mai productivă dar randamentul energetic este mult mai scăzut decît în agricultura tradițională (tabelul nr. 6).

Tabelul nr. 6

Structura și randamentul de utilizare a energiei investite de om în cultura porumbului, în funcție de sistemul de agricultură
(după Pimentel D., Pimentel Marcia, 1977 — din Coste I., — 1986)

Cultură intensivă, manuală — Mexic 1975 Intrare	Kcal	Cultură intensivă mecanizată și chimizată — Statele Unite ale Americii, 1975 Intrare	Kcal
Muncă manuală 1 144 h/om	733 300	Muncă umană 17 h/om	1 087
		Mașini	1 420 250
Secure și tîrnăcop (0,8 kg)	16 192	Semințe (21 kg)	146 160
		Carburanți (210 l)	2 100 000
Semințe (10,4 kg)	36 192	Îngrășămînt N (128 kg)	2 429 000
		Îngrășămînt P (72 kg)	288 000
		Îngrășămînt K (80 kg)	220 000
		Amendamente (35 kg)	66 500
		Irigații	780 000
		Insecticide, fungicide	101 000
		Ierbicide (2 kg)	181 000
		Uscarea produselor	375 000
		Electricitatea	380 000
		Transport	180 000
Total intrări	125 714	Total intrări	8 666 910
Recolta anuală — ieșiri 1 944 kg (6 765 120 Kcal)		Recolta anuală — ieșiri 5 394 (18 771 120 Kcal)	
Randament	53,78	Randament 2,16	

De altfel, randamentul energetic este cu atît mai mic cu cît produsul este mai prelucrat și rafinat. Investind o calorie se obțin 2,2 calorii conținute în grîu și numai 1,4 calorii la pîine. O calorie aliment-finit, provenită din prelucrarea porumbului și ajunsă la masa consumatorului american, se obține cu 11 calorii energie fosilă.

Conversia energiei din furaje în producția animală este cea mai bună la puii broiler și la ouă, aproximativ 20 calorii-furaje pentru o calorie pui (ouă) ; 30 de calorii din furaj sînt necesare pentru o calorie lapte și 65 de calorii-furaj pentru o calorie-porc.

Căile de mărire ale randamentului de conversie a energiei investite de către om sînt diverse și dintre ele menționăm :

a) optimizarea lucrărilor agrotehnice ; b) creșterea proporției absorbite din îngrășămintele aplicate ; c) folosirea gunoiului de grajd și a culturilor leguminoase ; d) substituirea combustibililor fosili prin biomasa produsă de sectorul agricol ; e) reducerea consumurilor energetice pentru păstrarea și prelucrarea produselor agricole.

Toate aceste noi procedee formează o parte din informația introdusă în ecosistem.

Ecosistemul urban (localități, metropole, conurbații) Este reprezentat de către aglomerațiile umane fixate în jurul unor clădiri, instituții și relații care permit viețuirea și tranzitarea unui bogat flux energetic. În succesiunea sa acest ecosistem a cunoscut diferite etape istorice, de la localități cu număr redus de populații și cu amenajări de asemenea reduse, la aglomerații excesive, cu dotări colective numeroase, cum ar fi rețelele de transport, gările, piețele, aeroporturile, centralele electrice și de termoficare, magazinele, stadioanele etc.

Mediul natural a suportat presiuni extrem de mari și el a fost artificializat prin plantarea a numeroase elemente alogene. Relațiile dominante au devenit relațiile de esență social-economică, influența mediului natural evazîndu-se, mai ales prin dispariția biocenozei inițiale.

Problematica aglomerațiilor ține pe de o parte de tehnologie și de productivitate (care aparține direct fluxului de energie al unui ecosistem) și pe de altă parte de relațiile interumane care, desigur, influențează producti-

vitatea, dar care sînt piesele constitutive ale sociologiei. Importanță majoră capătă relațiile cu ecosistemele învecinate din cauza consumului extrem de mare pe care un ecosistem urban îl presupune, în primul rînd în hrană dar și în resurse de tot felul, biotice și minerale. Pentru a avea o imagine asupra acestui imens metabolism al unui oraș modern de un milion de locuitori, reproducem din „Elemente de ecologie umană“ un tabel cu intrările zilnice de apă, alimente și energie.

Tabelul nr. 7

„Metabolismul“ unui oraș

Intrări zilnice	— în tone —	Ieșiri zilnice	
Apa			
import prin instalații de alimente		— evaporări la stropiri	150.000
— apă potabilă	1.000	— evacuări prin canalizări	650.000
— apă pentru spălat, gătit, stropit	625.000		800.000
— industrii	174.000		
	800.000		
Alimente			
— pentru oameni	2.000	— gunoaie	2.000
— pentru animale	250	*Poluanți*	(tone)
Energie		— particule solide	180
Combustibili		— SO_2	180
	(tone)		
— cărbuni	3.000	— oxizi de azot	120
— petrol	3.500	— hidrocarburi	120
— gaze naturale	3.400		
— benzină auto	1.300	— CO	600
— alți combustibili	1.300		1.200
	12.500	*Energie consumată*	Kcal
care prin ardere dau:		— încălziri	20.000
— poluanți SO_2, H_2O	1.200	— luminat	10.000
— energie, electricitate	120.000	— utilizări casnice	5.000
— import prin rețea	50.000	— comerț	10.000
		— industrie	60.000
		— circulație	40.000
		— diverse	25.000
			170.000

Din punct de vedere ecologic aglomerările urbane sînt dependente de bioproductivitatea agroecosistemelor învecinate și de resursele lor energetice. Se socotește că aria arabilă minimă capabilă să convertească energia solară primită de agroecosistem în energie chimică potențială necesară pentru rația alimentară a unui om este de aproximativ 0,3 ha, lucru care trebuie luat în considerație în relația demografie umană-natură.

Îmbunătățirea tehnicii utilizării în industria dezvoltată de așezările urbane, printr-o *ecotehnică* caracterizată de reciclări și reducerea reziduurilor și a deșeurilor, face parte din căile de optimizare a mediului și din înțelegerea ecologică a diferitelor fenomene. Ecotehnica este o treaptă superioară a creației tehnice care reflectă gradul de cultură al unei societăți și maniera de abordare științifică a raportului om-societate-natură.

— *Ecosistemul silvic* este format fie din pădurile naturale care sînt îngrijite și administrate de către oameni, fie sînt ecosisteme create artificial, cu specii și cu metode determinate de factorul uman. În primul caz, faza de succesiune a ecosistemului este mai apropiată de cea de maturitate în care, totuși, randamentul este mai mare decît cel din cadrul ecosistemelor naturale, datorită tocmai intervențiilor și amenajărilor umane. Aceste intervenții se pot manifesta fie prin tăierea arboretului, imediat după ce a atins faza de creștere cea mai accelerată, fie prin dirijarea producției arbuștilor fie, cel mai adesea, prin amenajarea acestor ecosisteme în mod suplimentar, ca parcuri de vînătoare, cu vînat protejat față de prădători și de factorii neprielnici de climă.

Ecosistemele silvice create de om nu au o producție mai mare dar exploatarea lor rațională aduce beneficii atît din punct de vedere economic cît și din punct de vedere al păstrării unor factori climaterici, edafici și biocenotici de o anumită constanță.

De curînd, pentru a se încuraja reîmpăduririle, cercetările au pus la punct o nouă metodă de cultură pe care au numit-o *agroforestieră*.

Potrivit acestor metodici, o întreprindere forestieră își recuperează costurile de înființare de noi plantații în 2—5 ani, cultivînd porumb, sorg sau grîu printre tinerii puieți. De obicei, la înființare, se seamănă grîu, apoi se plantează puieți de pin la o distanță de 2 x 2 metri ; toamna grîul se recoltează manual și sistemul cultural agricultură-pădure își reia ciclul pentru încă 2—3 ani. În măsura în care rentabilitatea metodei „agroforestieră“ se dovedește reală, ea reprezintă un nou îndemn pentru refacerea pădurilor lumii.

— *Ecosisteme acvatice* în care s-au amenajat ferme de creștere de plante sau animale.

Este cazul multor eleștee, lacuri și rîuri în care, de obicei, se înființează ferme piscicole ; în aceeași categorie intră și fermele create în lagune, în golfuri și în intrîndurile litorale, unde s-au amplasat culturi de alge macrofite sau de diferite animale marine, cum ar fi creveții, stridiile etc. Aceste ferme funcționează pe sistemul unităților agroindustriale, cu o balanță energetică și cu un randament energetic care le fac viabile din punct de vedere economic și acceptabile din punct de vedere ecologic.

Toate marile ecosisteme naturale pe care le-am amintit, fie că este vorba de stepă, de preerie sau de savană poartă din ce în ce mai pregnant amprenta impactului uman ; numeroase savane au fost transformate în parcuri naționale, în care problema încărcării vegetației cu animale ierbivore este studiată și reglată printr-o modificare continuă (prin cote anuale de vînat a efectivelor carnivore etc.).

În aceste ecosisteme naturale există de asemenea și problema introducerii de noi specii, experimente care trebuie făcute cu prudență, ținînd seama de factorii existenți în ecosisteme și cunoscînd că productivitatea unui animal nu este decît una din însușirile care-l pot implimenta într-un ecosistem natural, slab antropizat.

Împărțirea administrativă întinzîndu-se din ce în ce mai puternic peste toate zonele Terrei tinde să desfacă biomurile și marile ecosisteme în ecosisteme mai mici

(pe care să le delimiteze într-o primă instanță prin granițe administrative), ca un prim pas în antropizarea tot mai profundă a mediului înconjurător.

Implicarea factorului uman în gospodărirea naturii trebuie să meargă în sensul măririi productivității ecosistemelor și al sporirii utilității lor economice, păstrînd în același timp caracteristicile care sînt favorabile menținerii echilibrului biologic și prosperității naturii, ca premisă a menținerii și dezvoltării societății umane.

STAREA ECOLOGICĂ A BIOSFEREI

4.1. Echilibrele biologice din natură

De peste două decenii oamenii par a avea cunoștință despre marile schimbări pe care civilizația le-a provocat la nivelul întregii biosfere. De la *Primăvara tăcută* a lui Carson pînă la *Raportul Clubului de la Roma* și trecînd prin cărți cu titluri zguduitoare (*Judecata de apoi* ,*Vecini cu abisul, Cercul care se închide* sau *Înainte ca natura să moară*), o pleiadă întreagă de profeții nu tocmai optimiste au vizat soarta planetei Terra.

Dezvoltarea remarcabilă a forțelor de producție, posibilitatea ca orice distanță să fie parcursă într-o perioadă scurtă de timp, accesul la independență a aproape întregului glob — cu toate aspirațiile pe care aceasta le-a generat — au schimbat brusc înfățișarea biosferei. Mijloacele de comunicație au fost în măsură să vehiculeze orice știre cu promptitudine, să facă publice fenomene altădată pierdute în desișurile junglei sau pe malurile unor ape bîntuite endemic de taifunuri.

Terra a intrat într-o nouă eră de civilizație, era energiei atomice, a ciberneticii și a informaticii, a emancipării popoarelor și a unei productivități nemaiîntîlnite. Și toate aceste lucruri care par a fi calități remarcabile (de altfel și sînt!) au ridicat probleme amenințătoare pentru destinul întregii planete. Natura este alterată, vechile relații pe care le cuprinde întrerupte; pădurile se reduc cu repeziciune, sînt părți ale continentelor în care deșertul cîștigă teren, populații întregi de animale au

dispărut — deși efectivul lor se aprecia cîndva în milioane, așa cum a fost cel al bizonilor americani și chiar, la alte proporții, al zimbrilor europeni. Se consideră că în Africa, la sfîrșitul secolului trecut, în fiecare an erau uciși mai mult de 70 000 de elefanți pentru a satisface cererile de fildeș ale pieții mondiale. Cu numai trei decenii în urmă numărul antilopelor vînate în Africa era mai mare de 2 milioane. Numeroase specii de plante și animale au dispărut cu totul și fața multor locuri s-a schimbat.

Insula Madagascar (actuala republică Malgașă) pare a fi un exemplu tipic al degradării mediului ; 80% din păduri au fost distruse aici iar teritoriul despădurit este dominat de o savană sărăcăcioasă, neproductivă, cu arbuști și plante spinoase. Cursurile de apă și izvoarele au secat iar climatul s-a alterat.

În zonele puternic industrializate din țările avansate, apele și atmosfera sînt impurificate de reziduurile toxice și de emanațiile care însoțesc adesea procesele de fabricație. Aglomerările urbane devin din ce în ce mai numeroase și mai dense, ceea ce schimbă de asemenea, în mod rapid, obiceiurile vechi și înfățișările considerate drept clasice. Pretutindeni, dezvoltarea civilizației aduce cu sine transformări care, de fapt, sînt în firea lucrurilor ; neobișnuitul rezidă în viteza lor de desfășurare care tinde să ascundă caracterul dinamic, mult mai discret, al oricărui echilibru biologic.

Într-adevăr, orice sistem biologic este rezultanta dinamică a relațiilor complexe și reciproce existente între viețuitoare și între acestea și mediul pe care-l ocupă. Această rezultantă variază în mod continuu, după cum unul sau mai mulți din componenții săi își modifică importanța sau proporția. Aceasta duce la transformarea întregului, transformare care se face între anumite limite, caracteristice pentru menținerea echilibrului biologic. Dar variații de mari amplitudini, necompensate, care trec dincolo de granițele amintite, provoacă ruperea echilibrului biologic, duc la transformări bruște și profunde în ecosistem. De cele mai multe ori aceste transformări pe care le numim pentru a ilustra dimensiunea lor, catastrofale, capătă, pe deplin, înțelesul malefic al acțiunii.

Exemplele în care au intervenit astfel de ruperi ale ciclului biologic sînt numeroase și ilustrative pentru fragilitatea ecosistemelor și pentru urmările nefaste pe care le au asupra dezvoltării societății umane. Iată cîteva exemple devenite clasice și care trebuie cunoscute.

În Țara de Foc, în extremitatea ascuțită a Americii de Sud care se întinde către Antarctica, există aproximativ 15 000 km^2 de pădure nelocuită. În aceste locuri, în 1950, au fost introduse cîteva cupluri de castori aduși din Canada. Mediul fiindu-le favorabil, castorii au proliferat și după obiceiurile lor au început să construiască baraje pentru a opri cursul apelor. Cum ținuturile erau nelocuite, castorii au reușit să îndiguiască apele atît de bine încît mari porțiuni din pădure au fost inundate și arborii au început să se usuce. Serviciile forestiere ale Argentinei au trebuit să intervină distrugînd digurile castorilor pentru a evita ca pădurea să nu piară în întregime.

În Anzii argentinieni din Patagonia, în lacul Nahuel Huapi există o insulă cu o suprafață de 3 710 ha, din care aproape 3 000 de ha sînt ocupate de o densă pădure naturală formată în principal din *Nothofagus dombeyi*. În ultimul timp această insulă și lacul în care se găsește au fost incluse într-un parc național dar... cu 20 de ani înainte de a fi declarat parc național aici au fost introduse cîteva exemplare de cerb european *(Cerbus elaphus)*. Neexistînd carnivore care să le incomodeze dezvoltarea, cerbii s-au reprodus rapid și efectivul lor a trecut de 1 000 de indivizi. După ce au devorat plantele arbustive ei au început să se hrănească cu tinerii arbori de *Nothofagus* precum și cu scoarța arborilor maturi cauzînd pagube enorme. Pentru a salva pădurea de la pieire, serviciul parcurilor naționale a fost obligat să vîneze pînă la unul cerbii distrugători. În alte păduri ale Anzilor însă — care nu sînt așa de ușor controlabile ca o pădure de pe o insulă — cerbii europeni și cerbul-lopătar *(Dama dama)* și cerbii indieni *(Axis)* provoacă grave pagube, adăugîndu-le celor produse de capre și de pășunatul excesiv al bovinelor ; în felul acesta, stepa și deșertul progresează pe versanții Anzilor din Patagonia. Un caz încă și mai cunoscut este cel al insulei Sfînta Elena care atunci cînd a fost descoperită era plină de păduri ;

în 1513 s-a introdus în această insulă capra, care a provocat distrugerea vegetației. Cînd în 1810 s-a dat ordin să se omoare caprele era deja prea tîrziu pentru că pădurea fusese distrusă iar solul, despuiat și spălat complet de apele atmosferice, devenise inospitalier.

În Orientul Mijlociu, același patruped-flagel a transformat vaste regiuni în deșert. În Somalia trei sferturi din teritoriu servește ca pășune turmelor de capre care nu iartă nici un colț de iarbă și care distrug orice lăstari de copac, împiedicînd pădurea să se regenereze. Cu timpul arborii bătrîni mor sau sînt tăiați de oameni pentru a se încălzi, pentru a construi sau pentru a da frunzele la animale. În acest fel, Somalia septentrională și o bună parte din Somalia centrală s-au transformat în stepă sau într-un sărac tufăriș pe cale de dispariție.

Insula Sardinia este o altă victimă a creșterii caprelor și a lipsei de respect a omului față de pădure. După Mario Pavan, distrugerea pădurii este una din cauzele profunde ale dificultăților economice în care se găsește această regiune. Se menționează că numai o refacere a pădurii — după reducerea gradată a creșterii caprelor — poate restabili echilibrul climatic și productiv al Sardiniei.

Zambila de apă *(Eichronia crassipes)* răspîndită de om în diferite regiuni a găsit în Congo un mediu foarte prielnic și grație lipsei inamicilor naturali s-a dezvoltat așa de mult încît a blocat canale și fluvii împiedicînd și exploatarea apelor, ceea ce firește a provocat pierderi incalculabile. Puterea de reproducere a acestei plante este extrem de mare, fiecare individ putînd să dea mii de exemplare în 50 de zile. Fenomenul descris face extrem de dificilă și costisitoare, și uneori imposibilă, oprirea proliferării acestei plante în fluviile și lacurile regiunilor calde. În Java sînt cunoscute locuri unde planta formează, pe lacuri, veritabile insule plutitoare, de o stabilitate care permite țăranilor să cultive pe ele orez. O altă plantă acvatică, *Salvinia,* a invadat în întregime un bazin hidroelectric, în Zimbabwe, pe Zambezi.

Numeroase specii din avifaună se hrănesc cu produse agricole și din această cauză ele pot produce pagube importante în economie. În același timp însă, în ge-

neral primăvara, păsările sînt pronunțat insectivore și atunci ele formează o adevărată protecție pentru plantele agricole și forestiere. Asupra acestui dublu aspect trebuie meditat atunci cînd se urmărește modificarea artificială a avifaunei prin produse chimice sau prin vînat.

O experiență pe scară largă, în această privință, a făcut R. P. Chineză, care în 1960 a hotărît să distrugă păsările pentru a proteja recoltele ; dar distrugerea păsărilor a adus după sine o invazie neobișnuită de insecte, de rozătoare și de alte animale care au provocat pagube dezastruoase recoltelor din cîmp și recoltelor depozitate.

Pentru a ilustra capacitatea insectivoră a unor specii avicole să menționăm că un singur exemplar de lăstun în greutate de 100 de grame se hrănește cu 25-30 de g de insecte pe zi, ceea ce poate să însemne 4 000 de țînțari și 1 000 de muște distruse de o singură pasăre în 24 de ore. O colonie de 1 200 de păsări care, obișnuit, se poate găsi într-un sat oarecare, distruge 7 600 kg de insecte într-o perioadă de 180 de zile pentru a se hrăni. Asta înseamnă că o populație de lăstuni de pe lîngă un oraș mijlociu mănîncă într-un an peste 60 de t de insecte. Este, spune același Mario Pavan din care am citat, o putere distructivă pe care nici un insecticid nu o poate egala în eficacitate, perenitate, gratuitate și fără a dăuna altor viețuitoare.

Eliminarea dintr-o biocenoză a unui element poate aduce schimbări în lanț. Iată, de pildă, eliminarea vulturilor de pe teritoriul european a făcut ca numărul de șerpi să crească și să devore din ce în ce mai multe broaște și păsări prinse în cuib. Astfel animalele care se hrănesc cu insecte și rozătoare scad iar acestea libere să se înmulțească o fac, spre paguba oamenilor. Într-adevăr, un vultur-regal poate captura într-un an peste 400 de animale cum ar fi 6 vulpi, 10 iepuri, 20 de fazani de munte (sau prepelițe, corbi, porumbei, pui), 20 hermine sau nevăstuici, 30 de marmote, 50 de păsări de greutate mijlocie, 300 de șoareci, broaște etc. În cursul unui an, animalele capturate pot atinge greutatea totală de 200 kg ! Din păcate populația vulturului regal în Europa este sub 1 000 de perechi (cea mai mare parte — aproape 420

de cupluri — fiind în Marea Britanie). Alături de vulturi, cucuvelele, bufnițele de tot felul sînt păsări de pradă nocturne foarte utile, pentru că ele distrug șoarecii și șobolanii. Diminuarea enormă a acestor păsări a provocat creșterea impresionantă a rozătoarelor.

În insulele Hawai o larvă de fluture *(Laphygma exempta)* păgubea mult trestia de zahăr. A fost introdusă o pasăre *(Acridotheres tristis)* care se hrănește cu aceste larve și care ar fi trebuit să salveze deci trestia de zahăr. Dar în ecosisteme relațiile sînt cîteodată extrem de complicate și rezultatele extrem de neprevăzute. În noul mediu de viață pasărea a preferat fructele unei plante care se chema *Lantana camara* și prin excremente a propagat semințele acestei plante în toată insula, care s-a văzut pusă în fața unei noi probleme : controlul răspîndirii lui *Lantana*, în timp ce larva *Laphygma* continua să devoreze trestia de zahăr.

Rezultate bune prin combaterea biologică s-au obținut atunci cînd ecosistemele din Australia au fost invadate pur și simplu de exemplare de *Opuntia inermis* și *Opuntia stricta*, importate în secolul XVIII din America. Aducerea de insecte și acarieni paraziți ai lui *Opuntia* — de asemenea din America — a permis distrugerea acestui gen și recuperarea teritoriilor invadate. Un alt exemplu de relații complexe ni-l oferă o istorie trăită de cultivatorii de agrume din California. La sfîrșitul secolului trecut un purice de plantă *Peryceria purchasi* s-a dezvoltat treptat provocînd decăderea totală a plantațiilor de agrume. Prin importarea din Australia a unei mici insecte, *Rodolia cardinalis*, prădător a lui *Peryceria*, culturile au fost salvate, un timp îndelungat, dar... în jurul anilor 1940, prin folosirea de insecticide, în primul rînd a DDT-ului, multe populații de insecte au fost distruse, inclusiv populațiile de *Rodolia*. Foarte curînd au reapărut infestările cu *Peryceria*.

Se cunoaște că numărul speciilor de insecte este enorm, el trecînd de un milion. S-a constatat însă că cea mai mare parte din aceste specii trăiesc pe socoteala vegetației, dar de asemenea s-a calculat că 98-99% din speciile de insecte potențial dăunătoare vegetației sînt controlate de alte insecte, care sînt inamicii lor naturali.

Acest echilibru extrem de delicat existent în natură a fost însă anulat prin crearea de ecosisteme artificiale ; pădurile mixte au fost înlocuite cu păduri cu specii repede crescătoare, poienile sau preeriile au fost sacrificate pentru monoculturi agricole industriale etc. În felul acesta s-a favorizat dezvoltarea unor specii dăunătoare care au trebuit să fie controlate — în lipsa paraziților lor naturali — pe căi chimice.

Dar folosirea insecticidelor poate duce la rezultate nedorite, așa cum, de altfel, am văzut și în exemplele precedente.

În Coasta de Fildeș, cultura palmierului de ulei este adesea păgubită de către un coleopter numit *Coelaenomenodera elaeidis,* a cărei larvă se instalează în grosimea frunzelor. Au fost combătuți chimic adulții, repetînd tratamentele pînă la o dată pe săptămînă, în cazul unor infestații grave. Rezultatul a fost că toți paraziții coleopterului citat au dispărut, că acesta a devenit rezistent la insecticide și că o specie de lepidopter, *Chalconicles catori,* care altădată nu cauza nici o pagubă palmierului de ulei, pentru că era controlat de dușmani naturali, a devenit dăunător. Tratamentul n-a făcut altceva decît să sporească pagubele.

Merită de asemenea citat și exemplul înlăturării lutriei din apele Poloniei. Pescarii au socotit că acest mamifer care se hrănește cu pește este dăunător pescuitului și au obținut autorizația de a-l înlătura grație vînătorii cu pușca. Dar odată lutriile dispărute s-a constatat că biomasa pescuitului, în loc să fie mai mare, este dimpotrivă mai scăzută. Aceasta se datora de asemenea lutriilor (de fapt absenței lor). În natură lutriile capturau mai ales peștii slăbiți de maladii parazitare, ceea ce făcea ca propagarea bolilor să fie redusă. Odată ce acest factor de echilibru natural a fost eliminat, maladiile au provocat pierderi mari pescuitului și lutria a devenit din nou protejată în apele Poloniei.

Pămînturile aride sînt ecosisteme fragile care se regenerează greu, odată echilibrul lor biologic zdruncinat. Timp de un secol Statele Unite au cunoscut 3 deșertificări întinse provocate de proasta administrare a acestor ecosisteme aride.

Cea mai recentă se datorează eroziunii de către vînt a marilor cîmpii semiaride din sud, în timpul secetelor prelungite ale anilor 1930. Eroziunea a atins o asemenea amploare încît a provocat abandonul masiv al fermelor și un veritabil exod pe care l-a descris așa de plastic John Steinbeck în romanul său *Fructele mîniei*. Această eroziune masivă s-a datorat introducerii agriculturii pe aceste terenuri uscate spre sfîrșitul secolului al XIX-lea. O altă mare deșertificare din Statele Unite a avut loc la mijlocul secolului trecut, datorită unui suprapășunat care a făcut ca preeriile să se transforme în deșert.

Un al treilea tip de deșertificare este legat de fenomenul de irigare. Excesul de apă a fost repede urmat de salinizare și ambele au afectat suprafețe mari. Ignorînd riscurile irigării, locuitorii au continuat să ude solurile sărate sau rău drenate ; nivelul apelor subterane s-a ridicat și a devenit excesiv. Peste tot unde s-au construit baraje, ca de exemplu pe rîul Colorado, peste tot evapotranspirația a crescut și odată cu ea rata de salinitate. Ca și suprapășunatul, excesul de săruri este mai grav în deșerturile toride decît în deșerturile reci.

Eugen Pora are două exemple încă și mai ușor de înțeles în exemplificarea a ceea ce înseamnă echilibrul biologic în natură. El spune că dacă într-un acvariu de sticlă de aproximativ 50 de litri, în care sînt cîteva plante acvatice, introducem 10 peștișori *Xyphophorus*, aceștia respiră oxigenul eliminat de vegetație în apă, elimină bioxid de carbon și dejecții care sînt folosite de plante. Dacă peste acești 10 peștișori se mai adaugă încă unul în plus, multă lume ar spune că nimic nu s-a schimbat. Dar un pește în plus înseamnă un minus de 10% din hrana fiecărui individ, înseamnă 10% mai puțin oxigen pentru fiecare. Se ajunge astfel la o ușoară hipoxie care se accentuează odată cu timpul, pînă cînd unul din pești moare prin asfixie. Cadavrul lui este atacat masiv de descompunători, cu care ocazie cantitatea de oxigen din apă scade brusc și curînd mor toți peștii !

La fel de semnificativ este și exemplul pe care-l dă pentru agricultură. Consideră că există 4 tarlale pe care se cultivă iarbă pentru hrana unor vaci. Fiecare tarla poate să asigure hrană suficientă pentru 10 vaci timp de

o săptămînă. După ce vacile pasc prima tarla, ele sînt trecute pe a doua, după o săptămînă pe a treia, apoi după același interval de timp pe a patra și din nou pe tarlaua I-a, unde între timp iarba s-a refăcut. Prin aceasta se menține un anumit ritm de hrană, o producție stabilă de lapte. Un fermier care nu cunoaște legea echilibrului biologic, spune Eugen Pora, lasă să crească numărul vacilor cu una, gîndind că unde mănîncă zece vaci poate mînca și o a unsprezecea. Dar și aici a unsprezecea vacă scade hrana cu 10% a tuturora, în prima tură. În a doua tură de rotație a tarlalelor, iarba nu se mai reface în același procent și fermierul constată că producția de lapte a vacilor sale scade în loc să crească.

Iată deci că din dorința de cîștig s-a depășit echilibrul stabilit între hrană și consumator, provocîndu-se pagube. Cazuistica exemplelor reale sau imaginate de perturbare a echilibrului biologic este sau poate fi extrem de bogată și edificatoare. Ea spune în esență că în natură lucrurile sînt legate între ele prin relații complicate și că *a acționa* trebuie să fie totdeauna postmergător verbelor *a cunoaște* și *a înțelege*.

Fatala ignoranță ecologică a înaintașilor noștri, de care ei nu sînt totuși responsabili, a cauzat extincția a sute de specii de animale și de plante. Cuceririle oamenilor în domeniile științei au permis părerea că natura poate fi stăpînită, că resursele Terrei sînt inepuizabile. Persistența ignoranței ecologice este o tragedie care poate să fie exprimată prin cifre teribile. Deșertificarea a cuprins două miliarde de hectare de teren și anual prin eroziuni, degradări (fig. 26), prin lucrări miniere și prin urbanizare se pierd alte 7 milioane de hectare ; viteza dispariției pădurilor este de 20 de ha/minut.

După Uniunea Internațională pentru Protecția Naturii, în cursul ultimilor 60 de ani au dispărut 76 de specii de animale și mai multe sute de specii de plante. Prof. Mario Pavan a publicat lista a peste 260 de specii de animale amenințate de dispariție și a peste 160 de specii de păsări deja dispărute (cărora le-a dat și anul în care ultimul individ al speciei a fost întîlnit).

Ruperea echilibrelor biologice și prefacerile spectaculoase provocate în ecosisteme formează un aspect din

fenomenul de degradare al Terrei, de artificializare rău construită. Exemplele de mai înainte au pus în evidență acțiunea indirectă a oamenilor asupra biocenozelor și eco-

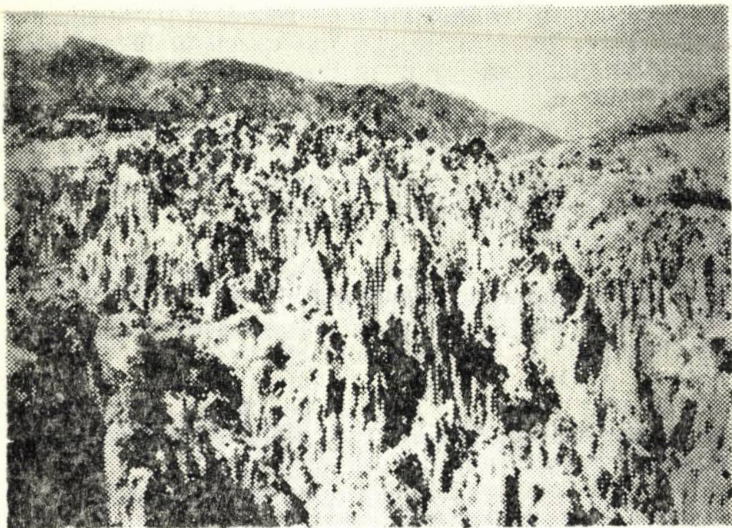


Fig. 26. — *Eroziunea solurilor lipsite de vegetație.*

sistemelor în care, totuși, factorul uman era slab reprezentat.

În ecosistemele antropizate aceste influențe sînt încă și mai puternice, adesea ele acționînd direct și manifest. Oamenii doresc să-și construiască mediul înconjurător după aspirații care nu sînt totdeauna legate de realitate. De aici planuri grandioase de transformare a naturii, închipuiri gigantice care pun în pericol ființa naturii și amenință deci însăși societatea umană.

4.2. Transformarea naturii

Există numeroase planuri de transformare ale Terrei, care nu țin seama de principiile ecologice.

În jurul anilor-50-'60 a existat, din păcate, concepția că totul este posibil, că natura se poate transforma după

gustul oamenilor, după interesele lor de moment. În acest context numeroase proiecte inginerești au fost puse în lucru, fie pe planșeta de proiectare, fie — depășind acest stadiu — pe teren, dînd viață unor idei care, nu ne îndoim, s-au născut din dorința de a ridica civilizația pe trepte superioare ; firește însă, bunele intenții, ele singure, nu sînt suficiente — mai ales că adesea sînt așa de numeroase încît pot pava mai toate locurile.

Dintre marile programe realizate și dovedite a nu fi avut eficiența scontată putem cita construirea barajului de la Asuan, care a redus fertilitatea văii Nilului, productivitatea piscicolă a deltei aceluiași fluviu, a provocat pierderi considerabile de apă prin evaporare la nivelul lacului de acumulare și a răspîndit prin canalele de irigare diferite maladii parazitare. Toate, în schimbul unor cantități de energie electrică cheltuită în parte pentru funcționarea uzinelor de îngrășăminte chimice care... să compenseze mîlul fertil vehiculat altădată de ape de-a lungul Nilului.

În formarea marilor lacuri de acumulare pentru baraje hidrotehnice gigantice, mulți constructori par a fi uitat că straturile scoarței nu sînt întotdeauna într-un echilibru stabil și că raportul lor de greutate se schimbă, mai ales în jurul unor falii, producînd cutremure de pămînt și alunecări de teren. De aici — din această „amnezie" — proiecte de transformare a unor regiuni a căror scoarță s-ar putea să nu suporte acumularea de mari greutăți la suprafață și nici exploziile subterane extrem de puternice, ale celor care vor să „modeleze" natura.

În acțiunile acestea, care pot fi calificate drept inginerie planetară, lucrurile majore ca și imponderabilele trebuie avute în vedere, laolaltă cu reacțiile dezlănțuite în ecosisteme de orice acțiune umană.

Există planuri de a se construi un baraj de aproximativ 60 km lungime în strîmtoarea Behring ; un astfel de baraj ar opri apele Oceanului Înghețat și ar permite pomparea apei reci arctice în Marea Behring ; această dizlocare ar aduce în Oceanul Înghețat un aflux din apa caldă a curentului Golfului. Coastele Alaskăi, ale Canadei și ale Siberiei ar beneficia dintr-odată de o ridicare a temperaturii, care ar permite aici dezvoltarea agriculturii ;

în schimb ținuturile Malaeziei ar cunoaște perioade cu temperaturi mult mai scăzute iar verile lor, aproape perene, ar dispare. Topirea ghețarilor polari ar micșora salinitatea apelor Oceanului Planetar și le-ar ridica nivelul cu cîțiva decimetri, suficienți pentru a inunda numeroase teritorii, inclusiv Veneția.

Un baraj între Florida și Cuba este posibil din punct de vedere tehnic. El ar opri însă apele curentului Golfului din drumul lor spre Europa și ar face ca multe orașe din nordul acestui continent, printre care Londra, să fie blocate de ghețuri ; o parte din țările riverane Atlanticului nu ar mai primi precipitațiile pe care le poartă contralizeele și și-ar vedea clima lipsită de umiditate.

Activitățile umane de transformare a mediului — fără ca acestea să fie bazate pe principii ecologice — reprezintă, așa cum exemplele de mai sus au ilustrat-o, latura negativă a relației om-natură, păgubitoare deopotrivă pentru ambii parteneri care, datorită ei, își văd diminuate resursele și speranțele de dezvoltare.

Interesantă a fost evoluția proiectului de deviere a marilor fluvii siberiene, Enisei, Peciora și Obi din cursurile lor normale către Oceanul Înghețat de Nord, pentru a le obliga să formeze mări interioare în Siberia (în cazul lui Enisei și Obi) și să alimenteze apele Mării Caspice (în cazul fluviului Peciora). Proiectul a fost legat de dezvoltarea agriculturii, de programele de irigare, de asigurarea unor nivele constante pentru Marea Caspică și pentru multe alte nevoi economice. Au fost făcute numeroase investiți și numeroase șantiere s-au desfășurat de-a lungul traseelor proiectate. Dar consecințele posibile ale unor astfel de transformări, printre care presiunea exercitată asupra scoarței terestre de către un volum de mii de km ^{3} de apă, înmlăștinirea unor terenuri altădată împădurite, excesiva salinizare a solurilor agricole irigate, au ridicat grave dubii asupra înțelepciunii acestui proiect și au făcut ca — în cele din urmă, în ciuda investițiilor deja întreprinse, lucrările să fie abandonate.

O altă acțiune umană, de o intensitate la fel de mare și prezentă de asemenea la scară mondială, se manifestă paralel (și într-o oarecare măsură paradoxal) cu dezvoltarea tehnicii și civilizației. Este vorba de fenomenul de

poluare care amenință echilibrele biologice de pe Terra și, prin implicațiile sale profunde, însăși existența societății.

4.3. **Fenomenul de poluare**

Necesitatea cunoașterii impactului pe care-l au diferitele poluări asupra economiei, sănătății și structurii unui ecosistem plasează acest fenomen în rîndul factorilor de majoră importanță ; el s-a dovedit a fi un mare producător de entropie care trebuie luat în considerare de-a lungul tuturor interrelațiilor existente și, de asemenea, în calcularea fluxului de energie și substanță și în productivitatea ecosistemelor.

Există o delimitare (mai mult didactică) a acestui fenomen în trei diviziuni principale și anume *poluarea aerului, poluarea solului* și *poluarea apei* (acestora se mai pot adăuga și alte poluări cum ar fi cea fonică, calorică, menajeră etc.) ; în general însă poluarea este unică, regăsindu-se, prin vehiculări, pretutindeni.

Există cazuri flagrante de poluări care au produs instantaneu sau în scurt timp pagube materiale enorme și pierderi de vieți omenești. Iată cîteva astfel de exemple, fără a încerca să le oferim o cronologie.

La Bhopal, în India, 12 000 de intoxicați atinși de dificultăți respiratorii, inflamații ale ochilor, crize de vomitare ; 1 200 de morți și 3 000 de spitalizați din cauza scăpării accidentale a unui gaz — izociandimetil — folosit la fabricarea pesticidelor, care urmau să protejeze sfecla de zahăr.

Șaizeci și șase de copii îngrijiți medical la Rouen, în decembrie 1986, ca urmare a unui nor toxic volatil format în urma unor incidente survenite la cîteva depozite de acizi destinați tratamentelor metalelor ; la 7 octombrie 1986 la Le Hâvre, un nor toxic emanat accidental de la Uzina Atochem a făcut ca 29 de elevi și doi adulți să fie spitalizați ; șase muncitori au fost contaminați la 1 martie 1986 de o scăpare de oxid de plutoniu, de la uzina de retratare de la Sellafield ; întreprinderi din Haute-Savoie au evacuat într-un afluent al Rhônului o canti-

tate nedeterminată de petrol care — ajunsă în lacul Leman — a omorît numeroase lebede și rațe.

O uzină de aluminiu din Grecia a fost constrînsă să despăgubească pe crescătorii de oi cu o sumă de peste 100 de milioane de drahme pentru că turmele acestora au fost decimate de emisiile de fluor ale uzinei.

Revista Flacăra din 1983 semnala pe rîul Olt, în aval de Mamura, cantități „industriale" de pește mort : distrugerea faunei piscicole se datora poluării apelor de către Combinatul de sodă Rîureni-Vîlcea, cu mari cantități de lindan ; în iulie 1987 în dreptul Sighișoarei, Tîrnava Mare a fost acoperită de peștii omorîți de către efluviile poluante ale fermei zootehnice de la Brănești — care funcționa de 5 ani fără a avea autorizația necesară din partea Consiliului Național pentru Protecția Mediului Înconjurător.

Două milioane și jumătate de francezi primesc de la robinet o apă potabilă al cărei conținut în nitrați depășește norma admisă (care este de 50 mg/l) de Comunitatea Europeană ; în 1987 firma elvețiană Sandoz a plătit pescarilor despăgubiri de peste 13 milioane de franci francezi pentru pagubele provocate Rhin-ului.

În orașul polonez Bydgoszcz primăria a tipărit următorul anunț : „Produse toxice sînt fabricate în orașul nostru. Accidente imprevizibile pot da naștere la poluări grave, periculoase pentru viața locuitorilor. În aceste condiții, o alarmă chimică poate să fie declarată chiar în timp de pace".

Uzinele Zamech produc clor, fenoli și anilină : cele 60 de coșuri ale lor emit 50 de substanțe poluante. În centrul orașului concentrația de nitrobenzen atinge 100 de micrograme/m^3, atunci cînd norma admisă este de 5 micrograme.

Iar Bydgoszcz este „de-abia" pe al doisprezecelea loc pe o listă cu 49 de regiuni ale Poloniei socotite ca poluate.

Pe această listă, orașul Plock este al optulea. Pericolul care amenință Plock-ul se cheamă benzopiren, substanță cu efecte cancerigene. Concentrația de benzopiren este aici între 160-1 000 de nanograme/l, atunci cînd norma tolerată de om este de 10 nanograme *).

*) Un nanogram = 10^{-9} grame.

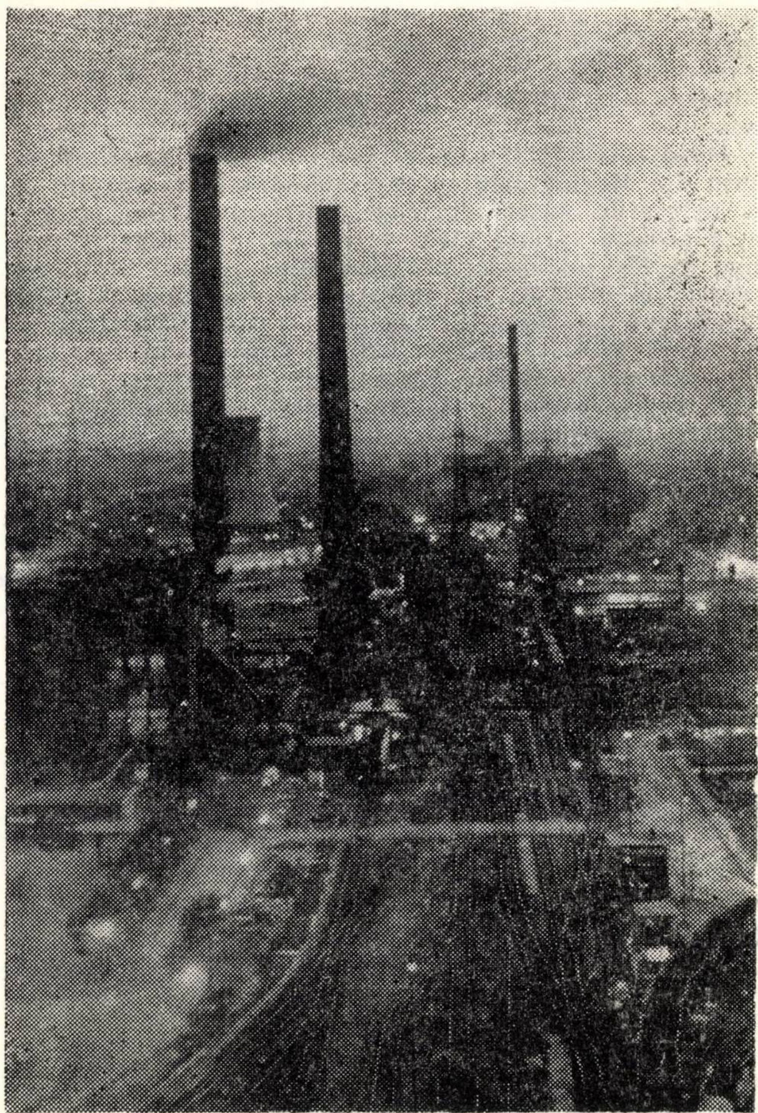


Fig. 27. *Peisaj industrial. Fumuri care pot fi cauza unei alarme „chiar în timp de pace“.*

Cracovia este a doua pe lista regiunilor poluate ; aici emisiile de gaz carbonic sînt cele mai ridicate din toate orașele poloneze ; în plus, există o lipsă de apă care se datorește poluării saline de la minele de cărbuni din Silezia.

După administrația însărcinată cu mediul înconjurător, aerul din Beijing conține 840 micrograme de cenușă/m^3 iar în marile orașe industriale din nordul Chinei, cantitatea aceasta variază între 427—1358, maximum permis fiind de 300 micrograme. Principalele cauze : fumurile uzinelor și utilizarea în încălzitul domestic a brichetelor de cărbune aglomerat. La Shanghai 6 uzine deversează în atmosferă 270 000 tone de SO_2. O foarte mică cantitate din apele uzate (31 miliarde de tone în 1982) sînt tratate, restul sînt deversate în natură. Pînza freatică și rezervele de apă sînt poluate de reziduurile chimice și de munții de gunoaie care se acumulează în jurul orașelor. Între 5 000 și 12 000 de tone de deșeuri pe zi se strîng la Beijing și doar 5-10% sînt tratate.

Peste ocean, alegînd din nou la întîmplare o țară, să ne oprim la Mexic. Capitala sa, Ciudad de Mexico, cu cei 18 000 000 de locuitori (și un milion în plus în fiecare an) este orașul cel mai populat, dar și cel mai poluat de pe glob. După ziarele din Mexico, să respiri în acest oraș este ca și cum ai fuma 40 de țigări pe zi. Unsprezece mii de tone de prafuri toxice sînt aruncate în fiecare zi deasupra orașului iar acești nori de prafuri sînt menținuți în atmosferă, neclintiți, ore întregi, de numeroasele și persistentele inversiuni termice caracteristice acestor locuri. Trei sferturi din gazele poluante sînt produse de cele peste 3 milioane de mașini care circulă în fiecare zi în Ciudad de Mexico ; iar la aceasta să adăugăm, că datorită altitudinii la care este construit orașul (2 300 m), aerul conține 30% mai puțin oxigen decît la nivelul mării, iar poluarea cu bioxid de carbon este de 2 ori mai intensă.

Șaptezeci la sută dintre sugarii de 1-12 luni care locuiesc în Mexico și 22% din copii au în sînge o concentrație de Pb de 10 micrograme/l, ceea ce depășește normele admise și provoacă tulburări nervoase, a declarat

în iulie 1987 președintele Institutului autonom de anchete biologice.

Sub presiunea autorităților, Compania mexicană de petrol a pus de curînd pe piață benzină cu un procent redus de tetraetil de plumb dar ecologiștii acuză Compania că a înlocuit plumbul cu aditivi care provoacă o mărire substanțială a ozonului în oraș.

Pentru specialiștii din domeniul sănătății, problema fundamentală a capitalei Mexicului nu este de a ști dacă viața va fi mai mult sau mai puțin agreabilă peste cîțiva ani, ci dacă pur și simplu ea va mai fi posibilă!

Marea Mediterană, un imens lac de 3 milioane de km^2, abia întredeschisă spre Oceanul Atlantic, este supusă unei poluări litorale extrem de puternice. Marile orașe-porturi cum sînt Atena, Napoli, Alexandria, Barcelona și Marsilia varsă în ea deșeuri numeroase, greu digerabile.

Atena cu cei 3 milioane și jumătate de locuitori (o treime din populația țării!) este un oraș lipsit în mare parte de canalizare; 65% din industria greacă este instalată în jurul portului Pireu și efluenții proveniți de la siderurgie, din uzinele chimice și din rafinării, îneacă într-o soluție groasă apele golfului în care cu puțini ani în urmă, prin transparență, se puteau vedea vestigiile flotei lui Pericle.

Adesea plaja de la Napoli este invadată de detritus și gudroane iar problema canalizării este și aici stringentă; cea care există datează de mai bine de un secol iar în suburbii cartiere întregi trăiesc ca în Evul Mediu: apele murdare sînt deversate direct în stradă. Este cazul localității San Antonio cu 25 de mii de locuitori.

Un milion de locuitori ai Marsiliei și 100 de uzine varsă apele lor murdare în Mediterana. Spre deosebire de Napoli și Atena, Marsilia își colectează apele uzate, dar drama constă în faptul că ea nu le epurează, în credința — care a durat mult timp — că Marea are o capacitate de autoepurare care poate face față oricărei poluări: pînă cînd efectul celor 500 de t detergenți, 3 t de hidrocarburi, 45 t de clor, numeroase cantități de pesticide și metale grele, ajunse în fiecare zi în apele lito-

rale, au făcut ca flora și fauna apei să dispară aproape în întregime.

Aceste date, extrase dintr-o multitudine de altele similare pe care un articol apărut în L'Express și intitulat „SOS Mediterana" le cuprinde, doresc să arate presiunile la care sînt supuse ecosisteme de întindere cu totul remarcabile ; și, atenție, dacă poluarea poate avea loc în astfel de ecosisteme, atunci pericolele pe care le aduc poluările pentru micile teritorii pot fi de-a dreptul amenințătoare.

De altfel, nu odată apele mărilor și oceanelor au întors către oameni otrăvurile pe care le-au primit. Golful Minamata este un exemplu printre atîtea multe altele. O comunitate întreagă de pescari japonezi a fost lovită de o boală teribilă și misterioasă, care provoca adulților leziuni cerebrale, adesea mortale ; noii născuți aveau malformații dintre cele mai diverse. În cele din urmă, originea acestei boli din Minamata a ieșit la iveală : deversările de mercur de la o uzină de materiale plastice. Toxic, mercurul a devenit o adevărată otravă atunci cînd microorganismele l-au transformat în metilmercur și cînd lanțul trofic l-a concentrat din plancton pînă la consumatorii de pești.

Se poate aminti, de asemenea, incidentul de la Seveso, localitate italiană în care scăpări de dioxină au făcut sute de hectare practic nelocuibile.

Există încă și nedoritele terenuri destinate experiențelor nucleare ; milenii vor trece pentru ca radioactivitatea din aceste locuri să se micșoreze semnificativ, în ciuda tuturor procedeelor folosite de experimentatori. O experiență din Uniunea Sovietică produce radioactivități care sînt măsurate cu ușurință nu numai în Suedia și Norvegia ci și peste Ocean ; praful radioactiv din deșertul Nevada se găsește, probabil, împrăștiat pretutindeni, iar Polinezia franceză cunoaște multe locuri în care este interzis să te apropii din cauza acelorași teste cu arma atomică.

Apoi este drama de la Cernobîl ; 32 de oameni morți din cauza radiațiilor și peste 100 000 de locuitori ai regiunii care au trebuit să-și părăsească casele, avutul și amintirile.

Se poate vorbi, de asemenea, și despre numeroasele — izolate sau colective — cazuri de otrăviri prin intermediul unor alimente poluate, fie prin acumulări accidentale de agenți toxici, fie prin artificializări nechibzuite, imprudente sau de-a dreptul vinovate. Zeci de locuitori au murit în Spania consumînd un ulei „preparat anume" ; alte zeci consumînd vinuri italiene și austriece „artificializate" ; apoi incidența atîtor substanțe chimice asupra sănătății și longevității umane, atunci cînd ea se petrece pe aproape toate căile posibile, de la ingerare, la contact și la inspirare.

În acest domeniu există o cursă între posibilitățile de adaptare ale organismului și artificializarea continuă a hranei și a mediului Este greu de presupus că înlocuirea untului cu margarină, a cărnii cu soia, folosirea deșeurilor organice de tot felul în preparate culinare, utilizarea detergenților, conservanților și altor multe născociri ale chimiei nu vor greva bagajul genetic uman, constituit în cu totul alte împrejurări ; asta fără a mai pune la socoteală reziduurile pesticidelor și a numeroase alte substanțe chimice care se infiltrează în lanțurile trofice.

Fenomenul de poluare este deci un fenomen prezent în toate mediile de viață, urmarea dialectică a unui stadiu de dezvoltare numerică și tehnologică a societății.

Într-adevăr, aceeași planetă care numai cu 100 de ani în urmă număra abia cu ceva mai mult de un miliard de locuitori trebuie să facă față presiunii demografice exercitate de o populație de peste 5 miliarde a că rei tendință de prolificitate continuă să se manifeste.

Dezvoltarea tehnologică a societății, creșterea evidentă a nivelului de trai pe toate meridianele, viața socială activă și complexă, crearea marilor orașe, aspirații pe care tehnologia le-a împlinit în diferite grade, toate acestea au supus pămîntul unor prefaceri esențiale. Nu toate transformările au fost în sens pozitiv ; deșeurile s-au acumulat declanșînd degradări în lanț ; goana după cîștig imediat, folosirea la scară întinsă a celebrei formule regale „după mine potopul", hățișul de interese, adesea contradictorii, distrugerile provocate de războaie — un alt factor poluant de proporții, datorat vanităților, cupidității, ambițiilor, lipsei de respect a drepturilor

omului — au ajuns împreună la un punct în care, pentru a supraviețui, omenirea trebuie să ia hotărîrea curajoasă de a se armoniza în dezvoltarea sa cu natura.

Și iată, după atîtea exemple de pretutindeni, clasificarea „didactică" a poluărilor de care aminteam la început :

Poluarea atmosferei se datorează în principal, marilor complexe uzinale care evacuează în Oceanul Aerian cantități imense de bioxid de sulf, de oxizi de azot, de oxizi de carbon și cenușă. Se socotește că anual ajung în atmosferă peste 200 milioane tone oxizi de carbon, mai mult de 50 de milioane de tone de hidrocarburi, 120 de milioane tone cenușă, 150 milioane tone de bioxid de sulf ; iar acestora se adaugă mii de tone, din mii și mii de substanțe chimice.

Culturile agricole limitrofe unor astfel de uzine poluante sînt păgubite prin alterarea proceselor fiziologice, în primul rînd a fotosintezei, ceea ce se reflectă în biomasa acumulată (fig. 28).

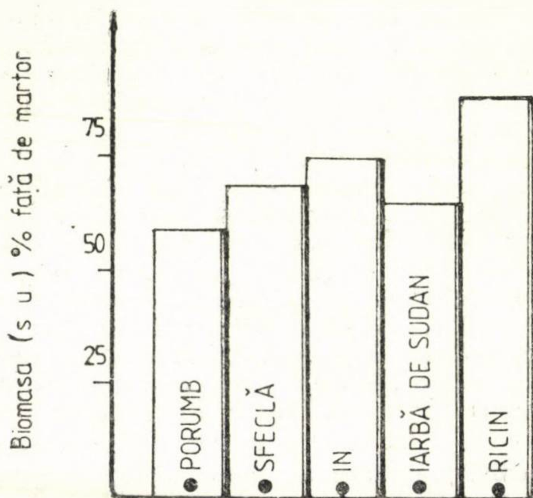


Fig. 28. — *Intensitatea fotosintezei la plantele de grîu aflate în zona poluată cu fluor comparativ cu plantele din zona martor.*

Volumul extrem de mare al unor poluanți, în special al SO_2, a dat adesea un caracter acid ploilor care, prin această particularitate, au devenit toxice pentru vegetația asupra cărora și-au vărsat apele (fig. 29). Pădurile



Fig. 29. — *Frunze arse de SO_2 și de combinațiile acestuia cu apa atmosferică.*

au fost, în cele mai multe cazuri, afectate și fenomenul tinde să devină universal (fig. 30) ; s-a reperat formarea de astfel de nori toxici deasupra unei țări, pentru ca la un anume interval de timp același nor să fie identificat la mii de km distanță. Nu este neglijabil, de asemenea, nici fenomenul de opacizare al Terrei pe care-l formează smogurile, cenușile și gazele toxice.

Poluarea solului revine pe de o parte din căderile aeriene, din depunerile uzinelor și complexelor industriale cu care terenurile sînt în contact și — mai ales — din procesul de chimizare al agriculturii, al silviculturii și al altor ramuri conexe. Pe zeci de milioane de hectare se împrăștie îngrășăminte, pesticide, retardanți, substanțe stimulatoare, feromoni, medicamente antiparazi-

tare, antibiotice, amendamente ; mecanizarea aduce pe terenuri cantități însemnate de derivați ai petrolului, irigațiile măresc procentul de salinitate ; pămîntul devine un alambic complicat din care mai „iese“ încă substanța previzibilă.

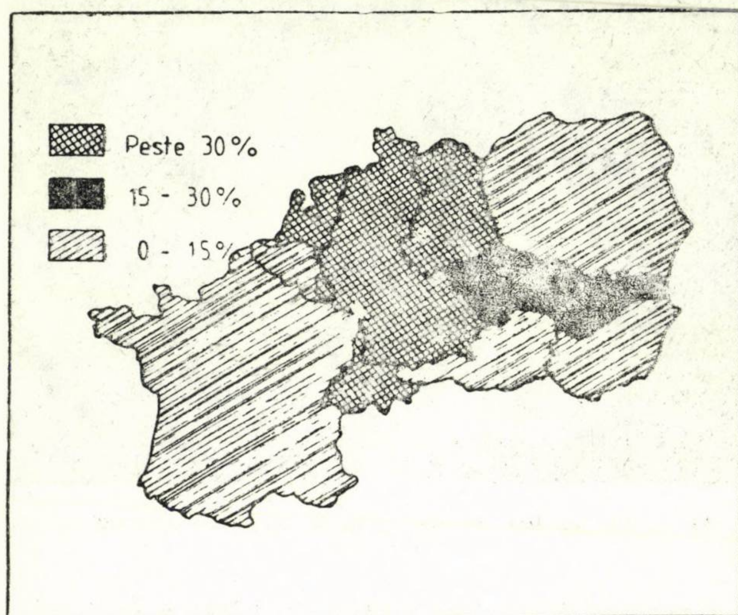


Fig. 30. — *Aprecierea pagubelor provocate pădurilor de poluarea aerului, în 1984, (după O.N.U./F.A.O., Roma).*

Poluarea apelor este consecința deversărilor de ape uzate, a depunerilor aeriene și a spălării solurilor pe care cursurile de apă le traversează. Ea este foarte evidentă din cauza concentrării care se petrece în limitele bazinului hidrografic și, în același timp, datorită efectelor pe care le produce asupra faunei și florei. Poluarea implică pierderea calității de potabilitate, face de nepracticat o irigație cu asemenea ape și împiedică astfel dezvoltarea agriculturii, zootehniei şi a vieții umane.

Osmoza între mediul aerian, sol și apă probează afirmația din paginile anterioare potrivit căreia poluarea oricărui teritoriu, oricărei arii a sa, duce la poluarea întregului ecosistem, a ecosistemelor vecine, a ecosferei.

Există de asemenea o *poluare calorică* care se poate manifesta fie la nivelul microsistemelor, prin deversări de apă caldă sau prin deversări de pulberi cu temperaturi ridicate, fie la nivelul întregii ecosfere, cînd cauzele sînt, desigur, mai complexe și mai greu de decelat, printre ele existînd însă cu certitudine și factori rezultați din activitatea umană. Bioxidul de carbon din atmosferă poate produce așa-numitul fenomen de „seră", făcînd ca temperatura să crească ; pe de altă parte, particulele din atmosferă — din ce în ce mai numeroase și mai dense din cauza dezvoltării industriei și a mijloacelor de transport — scad transparența cu procente însemnate, ceea ce antrenează o reflectare a razelor solare și deci un fenomen de răcire.

O importanță deosebită au și păturile de ozon care se distrug sau se formează suplimentar, cunoscînd capacitatea acestora de a absorbi radiațiile ultrascurte.

Putem adăuga acestor tipuri de poluări și *poluarea sonoră* extrem de dăunătoare desfășurării normale a vieții. Intensitatea maximă suportată de om se găsește situată între 130-135 decibeli, valoare peste care sgomotul devine dureros. Un sunet repetat și puternic provoacă organismului numeroase transformări la nivelul aparatului circulator, al sistemului nervos și al organelor de simț. Experiențele arată că sgomotul provocat de o sirenă de fabrică poate omorî un șoarece, iar sunetul specific pe care-l emite avionul supersonic la decolare (în urma avionului aerul, despărțit de fuselaj pentru o fracțiune de secundă, se reface cu o undă de tunet continuu, însoțită de ultrasunete și vibrații puternice) poate provoca traume grave sau chiar moartea oamenilor.

Desigur însă, în afara acestor relații negative între om și natură, între societate și mediul înconjurător, există și legături amicale de cohabitare, colaborare și de influențare reciproc pozitivă. Aceste legături pot fi multiplicate, îmbunătățite și purtate pe noi trepte de dezvoltare, pe măsură ce impactul negativ este diminuat și pe

măsură ce noi forme de colaborare vor fi imaginate. Pentru că, apare evident, atît fenomenul de poluare cît și degradarea naturii sînt procese care pot fi minimalizate sau anihilate prin acțiunea omului, deopotrivă demiurg al răului și al binelui.

Poluarea este de cele mai multe ori *nu* un proces implacabil și ireversibil ci rezultatul nepriceperii, al indiferenței, al lipsei de responsabilitate, al abdicării de la principiile axiologice și de la îndatoririle civice. Exacerbarea unor tare de caracter ca lăcomia, goana după profit, disprețul față de oameni și de natură, toate acestea se înscriu în panoplia izvoarelor poluării, a degradării și a transformărilor inutile (mai mult, uneori primejdoase) pentru echilibrul biologic și pentru gospodărirea resurselor naturale.

Ecologia este una din științele care ajută la eliminarea fenomenului de poluare și înlesnește cohabitarea armonioasă a omului cu natura.

4.4. Protecția și ameliorarea mediului.

Față de pericolele descrise mai înainte, apare necesară adoptarea unor atitudini care să se transpună în măsuri și fapte folositoare protecției și ameliorării mediului înconjurător.

Pentru prevenirea poluării industriale se cere, în primul rînd, îmbunătățirea tehnologiilor de producție și acordarea de fonduri de investiție pentru aparate și dispozitive de reținere a poluanților. În acest caz, tehnica trebuie să fie înlocuită cu ecotehnica despre care am amintit și care este caracterizată de reciclări, de consumuri mici pe unitatea de produs și de reducerea pînă la limita zero a reziduurilor și a poluărilor.

În ecotehnică ideea de produs final trebuie evazată pentru a fi înlocuită prin cicluri analoage celor din natură, fiecare ciclu permițînd refolosiri ale materialelor și deșeurilor considerate pînă acum neutilizabile. Este probabil că acest fel de a privi nu aduce foloase economice imediate și nu stimulează producția ; la scara unei eco-

nomii complete și compensatoare, a unui vast ecosistem și a viitorului, ea este însă cea mai potrivită!

Calitatea aerului poate fi supravegheată cu ajutorul unui sistem (adesea interconectat între diferite regiuni și chiar între diferite țări), numit monitoring. El verifică eficiența mijloacelor antipoluante și măsura în care proprietarii marilor complexe industriale respectă legislația derivată din dorința de a proteja mediul înconjurător pe baza unor norme științifice care nu trebuie niciodată eludate.

Există numeroase exemple în care industrii poluante s-au transformat în industrii fără deversări de noxe atunci cînd responsabilitatea stimulată prin legi — deopotrivă încurajatoare, protecționiste și punitive — a investit în industria antipoluantă sumele necesare, pe care o societate trebuie să le suporte pentru a-și asigura un mediu salubru de viață.

Poluarea menajeră, care este una din cele mai importante poluări ale mediului, ține, în mod evident, de administrarea localităților și de modul de urbanizare. Cunoscînd că încălzitul cu lemne și cărbune mărește poluarea atmosferei pe timp de iarnă cu peste 50%, termoficarea este o măsură salutară pentru igiena atmosferei; necesitatea marilor stații de epurare ale apei este evidentă și ea trebuie să aibă prioritate absolută în modernizarea orașelor; acestea trebuie construite ținîndu-se seama de particularitățile mediului ambiant pe care este bine să le folosească, atît din punctul de vedere al utilității lor, cît și din punctul de vedere al satisfacțiilor estetice pe care le pot oferi.

Ridicarea unor orașe este un lucru mult mai complicat decît își pot închipui unii. Ele sînt matricea în care va viețui o populație importantă, cu roluri majore în evoluția ecosistemelor. Există o suprafață locuibilă care te eliberează de stres, o suprafață care trebuie să permită dezvoltarea sigură a personalității; sînt de asemenea necesare locurile publice, de contact, în care elementele sociale se împletesc cu cele ale naturii.

În protecția naturii un mare rol îl au educația, spiritul gospodăresc și respectul înnăscut pentru tot ceea ce

te înconjură. Așa se pot păstra curate, așa se pot reîmprospăta clădirile, locuințele, tot ceea ce însoțește și formează o societate umană. Am întîlnit în Alpii Valezani o localitate de mici dimensiuni care nu cunoștea deșeurile decît pe platformele în care acestea deveneau fie îngrășămînt organic, fie material refolosibil ; cu case elegante — deși un sat — înecate în curți largi, cu gospodării bine înfiripate, cu vaci parcă uriașe adunînd în salbe, la gîtul lor, florile cîmpului. O imagine bucolică a unei realități contemporane, care ridiculizează cascada blocurilor rurale, în care cultura legumelor, nemaiavînd curți trebuie să se mulțumească cu balcoane.

Poluarea în agricultură provine nu atît din cantitățile mari de chimicale și sortimentul de zeci de mii de produse, ci mai cu seamă (un leit motiv) din cauza nepriceperilor și a lipsei de responsabilitate. În dozele adecvate fiecărui teren, aceste produse folosesc scopului pentru care au fost create. Cu toate acestea, cu cît o agricultură va avea mai puțină nevoie de produse chimice — păstrîndu-și în același timp productivitatea — cu atît fenomenul de poluare în agricultură va fi micșorat. Agricultura ecologică este rezultată tocmai din această grijă de a evita poluarea, de a da alimente sănătoase și de a identifica pe căi naturale fluxul de energie și productivitatea din ecosisteme. Mijloacele pentru a o practica sînt diverse, printre ele găsindu-se cunoașterea amănunțită a sistemului agrar, organizarea sa pe principii ecologice, folosirea îngrășămintelor organice și refacerea ciclurilor biogeochimice naturale ale principalelor elemente nutritive.

Protecția pămînturilor arabile a devenit o necesitate datorită continuei eroziuni și degradări calitative ; mai mult decît atît, urbanizarea, industrializarea și căile de comunicație consumă, fără încetare, la rîndul lor, întinse suprafețe de pămînt din patrimoniul agriculturii. Un recent raport din R. P. Chineză arăta că numai în provincia Shanxi suprafața pămînturilor arabile, care în 1950 era de 4,7 milioane de ha, a ajuns în 1985 la numai 3,7 milioane de hectare. Raportul menționează că deși statul a formulat un ansamblu de măsuri pentru a lupta

împotriva reducerii pămînturilor arabile, acestea continuă să fie afectate unor alte utilități, de o manieră care scade suprafața agricolă cu un ritm cuprins între 0,5 și 1%/an.

Suprafețele silvice necesită o neîntîrziată protecție, atît la scară națională cît și — lucru mai greu realizabil, dar posibil — la scară internațională. Ecosistemele silvice, mai ales cele aflate în stare de maturitate, au un rol însemnat în menținerea caracteristicilor climatice ale unor zone întinse. Iar ecosistemele silvice tinere, sau aflate în faze de evoluție tînără, permit instalarea unor biocenoze diverse și au o productivitate care, dirijată, poate atinge cote însemnate. Pădurea reprezintă un factor de imensă bogăție în cadrul ansamblurilor de ecosisteme care formează o țară și ea trebuie păstrată și optimizată, inclusiv, prin sporirea suprafețelor împădurite.

Intervine desigur și protecția unor populații care fac parte din ecosistemele naturale și care, din cauza antropizării tot mai accentuate a mediului, se văd expuse dispariției. Este în această grijă pentru păstrarea tuturor formelor existente nu numai un percept moral care ne obligă să nu distrugem ceea ce există (ci doar să reducem — atunci cînd avem posibilitatea — totul la o scară convenabilă umanității), dar și interesul practic pe care în decursul discuțiilor despre ecologie l-am sesizat în cadrul interrelațiilor din natură și pe care îl putem resublinia prin necesitatea de a avea un fond genetic cît mai diversificat.

Pe căi genetice se pot provoca și intensifica variabilități genetice, se pot controla caracterele ce apar din încrucișări și se poate obține, în final, prin selecție, crearea de noi rase de animale și soiuri de noi plante de mare productivitate, cu calități complementare favorabile în producție. Acest proces în care speciile dau rase și soiuri tot mai specializate limitează capacitățile lor evolutive și, odată cu scăderea diversității indivizilor, duce la dispariția formei parentale originale, cu întregul ei bagaj genetic. Uniformizarea genomurilor unor populații atrage după sine o micșorare a relațiilor din ecosistem și scade diver-

sitatea ecofondului. Avantajele pe care le prezintă pentru producție noile specii și soiuri sînt foarte evidente, dar ele poartă riscul unei mari primejdii și anume acela că apariția unor împrejurări nefavorabile care ar deregla viața în ecosisteme, ar produce pierderi imense datorită lipsei plasticității adaptative a genomurilor plantelor din cultură. Evoluția contemporană a căpătat căi greu de imaginat în condiții naturale, dînd forme care n-ar putea exista în afara unor ecosisteme artificiale (plante cu fructe fără semințe, animale sterile etc.).

Iată de ce, încă odată, apare evidentă necesitatea păstrării tuturor speciilor, raselor și varietăților cunoscute, ca o bancă de gene perpetuă, ca un tezaur din care să se poată realiza oricînd speciile cele mai apte pentru un anume ecosistem.

Căile ecologice de sporire a productivității ecosistemelor și exploatarea intensă a resurselor naturale constau în înlocuirea ecosistemelor naturale prin ecosisteme artificiale și prin corectarea unor ecosisteme naturale, în sensul sporirii produselor utile. În acest caz trebuie totuși subliniat că scopul propus poate fi mai bine atins prin construirea unui ecosistem artificial deoarece ecosistemele naturale, mai ales cele mature, au economia lor pe care intervențiile din afară o pot fie distruge, fie, la cealaltă extremitate, modifica doar în proporții lipsite de importanță.

Marile parcuri naturale, parcurile naționale, rezervațiile și monumentele naturii formează un ansamblu prin intermediul căruia putem păstra natura în formele ei actuale, îi putem urmări (ca într-un laborator) evoluția, trăgînd din aceasta concluzii care au valoarea lor în lumea științifică și păstrînd, pentru iubitorii naturii, peisaje și creaturi inedite.

Optimizarea mediului înconjurător este o aspirație pe care o dezvoltare ponderată, continuă și temeinică o poate împlini. Ea presupune evitarea exceselor și se opune tentației pe care adesea unele descoperiri științifice le generează, închipuindu-se drept factori decisivi ai unui progres imediat, salutar și de mare anvergură.

În fapt, protecția și optimizarea mediului sînt procese de lungă durată, costisitoare în resurse materiale și spirituale și pentru a căror înfăptuire este necesară voința obstinată a unor mari colectivități de oameni.

Pentru protecția mediului se cere o gestiune economico-ecologică a întregului teritoriu al fiecărei țări și o cooperare internațională prin intermediul organizațiilor mondiale sau regionale. Comunitatea Economică Europeană (CEE), care are o legislație comună în acest domeniu, a adoptat în 1987 noi măsuri privind reducerea emisiilor de SO_2, de piralină și amiant, precum și limitarea zgomotelor motocicletelor la maximum de 82 decibeli. Există numeroase reuniuni CAER dedicate protecției mediului ; Națiunile Unite au și ele programele lor. Începuturile cooperării internaționale există și se dezvoltă !

Optimizarea și amenajarea mediului prezintă încă multe dificultăți pentru că ele înseamnă cu totul altceva decît introducerea de buldozere pentru a se construi apoi ; înseamnă, de fapt, sublinierea acelor calități pe care ecosistemul le are și care pot servi într-un fel societatea umană. În acest context de optimizare și amenajare trebuie promovate politici de modernizare a societății, de industrializare adecvată, de construire a orașelor ca vaste grădini și nu ca haotice suprapuneri de beton.

Optimizarea constă în amenajarea și gospodărirea tuturor terenurilor agricole drept agroecosisteme, prin introducerea în activitatea economică, și deci în ecosistem, a unor cantități de informație (care sînt reprezentate, printre altele, de știință și de tehnică), prin amenajări ale ecosistemelor acvatice care să garanteze acestora o productivitate mărită, în condițiile unei structuri aflate într-un echilibru biologic stabil.

Un rol important în optimizarea mediului, revine, de asemenea, „planingului familiar", politicii demografice care trebuie să asigure acea „încărcătură" pe kilometru pătrat care reprezintă optimul necesar, atît în piramida trofică în vîrful căruia se află omul, cît și a spațiului necesar, a peisajelor dorite și a productivității ecosisteme-

lor, care — la un loc — să asigure viața cea mai bună posibilă, la un anumit nivel de dezvoltare al societății.

Încălcarea acestui principiu — care, de altfel, nu poate fi decît temporară — provoacă distrofii în funcționarea ecosistemelor și prilejuiește un trai cu lipsuri pentru populația care neglijează, fie și parțial, cuceririle științei ; pentru că legile din ecosisteme spun că energia care poate fi obținută de către om, prin intermediul lor, este cea primită acum din Cosmos și cea înmagazinată, odinioară, în elementele existente pe Terra ; nimic mai mult ! Că această energie se cuvine să fie folosită de toți oamenii, în spirit de echitate și onestitate ; că progresul durabil se construiește, mai ales, după principiul ilustrat de dictonul latin „festina lente“.

SOCIOLOGIE ȘI ECOLOGIE

5.1. Ecologia și contextul său uman

5.1.1. **Reflecția filosofică.** Ecologia, inițial disciplină strict biologică, avînd ca obiect de studiu „economia vegetală și animală“, a căpătat noi valențe odată cu multiplele domenii și elemente care i s-au adăugat ; dintre acestea cel mai important a fost socotirea populațiilor umane ca parte a biocenozei — cu întreaga rețea de legături existente între om și natură. Multidisciplinaritatea — care a înconjurat-o de la început — s-a extins astfel considerabil și și-a aranjat influențele, aducînd foarte aproape, pînă la îmbinare, științele sociale de ecologie.

Ajunsă să fie considerată ca o relație între societatea umană și mediul înconjurător, ecologia s-a transformat, în mare parte, într-un prilej de reflecție filosofică.

Desigur, imaginea pe care omul și-o face despre natură depinde de pozițiile pe care le ocupă fiecare individ în plan natural și social ; iar aceste poziții pot fi extrem de diferite și vor avea proiecțiile simbolice ale eu-ului individual sau colectiv vis-à-vis de fenomenele naturale.

Într-un studiu al problemelor ecologice, diferențele dintre viziunea populară și cea științifică, precum și viziunea după care funcționează diferite structuri instituționale în problema mediului, se explică prin punctul de vedere ales de cel care face judecata. Ceea ce apare vizibil cu prioritate sînt lucrurile materiale și problemele cu implicații directe și imediate. Un profan nu este nicio-

dată total ignorant față de problemele ecologice, dar ignoră profund teoria fenomenelor sociale. El cunoaște mai bine relațiile elementelor care compun universul său material decît procesele care comandă legăturile sociale de care depinde.

În această privință Mary Douglas (1975) arată că foarte adesea atitudinea noastră față de industria care poluează atmosfera orașelor sau împotriva economiilor tehnice care epuizează resursele agricole, precum și repulsia pe care o manifestăm în a căuta mobilurile, explicațiile și înțelegerea de esență, ne duc spre dorința de a reacționa radical și vehement ; maniera aceasta relevă însă nu înțelepciune ci o atitudine și o atmosferă asemănătoare cu credințele în vrăjitori și în magiile existente acum cîteva secole ; reacționăm la sentimentul unui pericol distribuind fel de fel de vini în jurul nostru și luăm ca pretext acest sentiment pentru a mări disensiunile interne, uitînd de toate avantajele pe care le tragem din succesul industriilor și al exploatărilor agricole.

Schimbările sociale și progresele tehnice intervenite în țările dezvoltate au dus la liberalizarea structurilor și a moravurilor și la o sensibilizare deosebită pentru natură, în toate păturile societății. Oamenii de știință au pus în relief, cu forța argumentelor, existența poluării și a unei degradări ecologice contemporane tot mai accentuate. Ei au căutat soluții și au propus măsuri pentru protecția mediului ; dar a devenit repede evident că rezolvarea acestor fenomene nu este posibilă fără cunoașterea dimensiunilor lor socio-culturale.

Trebuie spus că de-a lungul istoriei sale, societatea umană a avut de înfruntat, în repetate rînduri, adversitatea naturii, că spre a o învinge i-a adus acesteia prejudicii care s-au întors adesea împotriva civilizației ; dar omenirea a reușit pînă acum — totdeauna — să neutralizeze și să depășească greutățile ivite în calea sa, printr-un spirit comunitar și un consens moral care — din păcate — nu se regăsesc în contemporaneitate.

5.1.2. **Conștiința ecologică.** Dragostea pentru natură, necesități economice stringente, mediul înconjurător devenit factor important al calității vieții au determinat o con-

știință ecologică bine conturată, care a îndemnat către studiul problemelor ecologice. Dar cum aceste probleme sînt legate totdeauna de activitatea umană, conceptul de ecosistem — așa cum a fost el definit de către Tansley — a devenit o piedică în înțelegerea problemei. Într-adevăr, printr-o înlănțuire complexă de cauze și de efecte, activitățile umane n-au fost niciodată conținute în limitele unui ecosistem ; de fapt, ele depind cel mai adesea de posibilitățile oferite de mai multe ecosisteme diferite : situația comerțului internațional sau — caracteristic ca exemplu —, cazul transhumanței anuale a păstorilor.

Schimbările sociale și evoluția obiceiurilor, în perpetuă schimbare, determină raporturi mai suple între om și mediu, dînd acestora un caracter indirect. Cu cît mai multe dintre aceste raporturi sînt indirecte, cu atît complexitatea problemelor ecologice pe plan social crește. Înțelegerea importanței contextului social pentru identificarea, studierea și soluționarea problemelor ecologice este evidentă în mediile științifice și în dezbaterea opiniei publice, ceea ce denotă și o conștiință socială superioară.

Introducerea în această conștiință a unor elemente de ecologie, în primul rînd cele privind protecția mediului, gospodărirea rațională a resurselor naturale și cele impregnate printr-o educație ecologică edificată pe valori axiologice universale, ca dreptatea, respectul față de mediul înconjurător, simțul valorii, modestia, înțelepciunea și curajul, constituie o componentă a contemporaneității ; mai mult, ea tinde să creeze o bioetică universală.

5.1.3. **Probleme ecologice și probleme de ecologie.** Contextextul uman al ecologiei a creat probleme care reflectă un inedit în diferite domenii ale societății.

Toate problemele ecologice, inclusiv problema poluării industriale, lupta împotriva deșertificării sau despăduririi zonelor tropicale au suporturi sociologice ; ecologia este o știință — și deci — este nepărtinitoare ; problemele sînt sociale și astfel, ecologia ajunsă o problemă so-

cială ascede la un statut simbolic. Percepția fenomenelor ecologice se modifică odată cu progresul înțelegerii și al cunoștințelor științifice, fără ca ea să le urmeze cu fidelitate. Iată — de pildă — epuizarea resurselor naturale este considerată ca o realitate și aceasta s-a impregnat în gîndirea și conștiința umană ; dar spiritele sînt mai puțin sensibile la discrepanțele sociale izvorîte din inegalitatea de acces la aceste resurse, la faptul că progresul tehnic modifică puternic potențialul pe care ele îl reprezintă și la concurența care se desfășoară pe plan social pentru posesia lor ; modul de a înțelege complexitatea acestor probleme și de a discerne miezul lor real face ca o *problemă de ecologie* să nu fie un același lucru cu o *problemă ecologică* (Passmore, 1974).

O problemă de ecologie este o chestiune pur științifică, așa cum apare, de pildă, cercetarea privind fluxul de materie, energie și informație din ecosistem sau cunoașterea lanțurilor trofice de mare productivitate pentru un anume teritoriu. Odată ce cercetătorii științifici găsesc soluții și răspunsuri acestor probleme, ei înțeleg de asemenea și fenomenul în sine.

O problemă ecologică este, dimpotrivă, o specie particulară de problemă socială. A vorbi de o problemă socială nu înseamnă că nu cunoaștem rezolvarea ei (ca în cazul de mai sus, al oamenilor de știință) ; numai că această rezolvare nu este totdeauna un atu pentru a face societatea mai bună și — în orice caz — ea afectează pături însemnate de populații.

Orice problemă ecologică de acest gen implică trei tipuri de procese și anume : a) un proces de degradare sau transformare ; b) un proces de interacțiune și c) procesul conex de reflecție și de comunicare a informațiilor. În rezumat se poate afirma că un fenomen ecologic are trei dimensiuni din domeniile diferite ale fizicii, biologiei și sociologiei.

5.1.4. **Factorul decizional** reprezintă cel mai puternic modelator al ecologiei în context uman și de el depinde felul în care rezultatele cercetărilor din ecosisteme vor fi materializate ; într-o ordine normală a valorilor, știința

furnizează date și clarifică problemele, revenind puterii politice să ia decizia finală asupra modului de comportare (fig. 31).

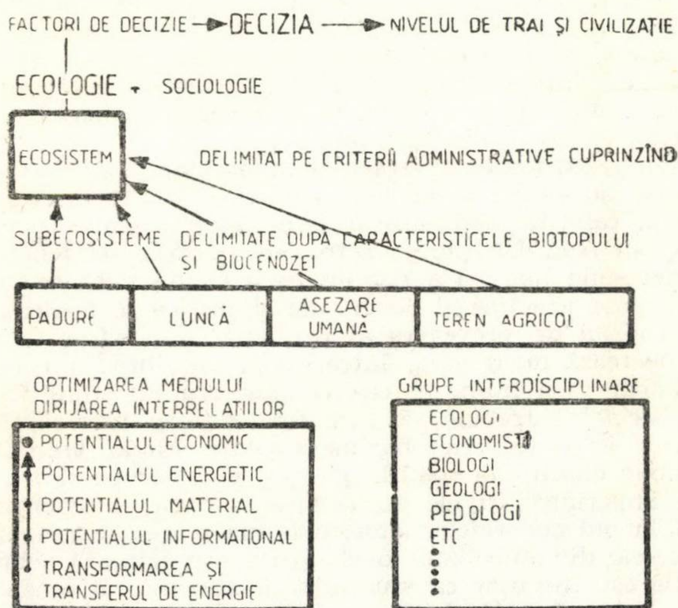


Fig. 31. — *Ecologia, suport al adoptării de decizii privind administrarea teritoriilor.*

Fenomenul politic este prezent în cadrul științelor sociale și adesea face ca întreaga experiență umană să fie reductibilă la actul politic.

De aceea, în studiul problemelor ecologice, înaintea adoptării de decizii, pentru înlăturarea eventualelor obstacole și pentru o mai bună înțelegere a adevărului, este preferabilă reformularea problemei, altfel decît prima dată, și privirea ei de pe o altă poziție ; chiar dacă prin aceasta viziunea lucrurilor este într-un fel deformată, contextul este real, ca însăși contextul ecologic ; poate ambele formulări sînt mai folositoare factorilor decizionali decît o soluție unică !

Pentru că omul se găsește în *interiorul* tuturor ecosistemelor pe care le-a creat sau modificat, pentru că — prin forța sa — este specia dominantă *(factorul-cheie)*, în ecologia modernă este necesară o metodologie care să înglobeze toate activitățile acestei specii într-o cercetare de ansamblu, împreună cu manifestările vieții animale și vegetale din interiorul aceluiași spațiu (comun) al mediului natural. Aici nu este vorba de o ecologie umană ci de o ecologie construită în jurul omului.

Contextul uman al ecologiei explică faptul că deciziile care se iau — privitoare la ecosistem — pot fi diferite de cele pe care, în mod natural, le pretinde sistemul cu mediul său real. Un proces retroactiv permite reintegrarea în percepția noastră a sistemului, a elementelor pe care experiența practică și observația științifică le furnizează în procesul de prevedere al realității ; dar retroacțiunea nu operează decît dacă, între timp, condițiile nu s-au schimbat prea mult. În caz contrar, studiul științific al ecosistemelor trebuie să facă un loc larg previziunilor privind impactul schimbărilor scontate. Modificările imputabile omului în spațiile pe care el le ocupă sînt cele mai importante și ele au acționat asupra ecosistemelor de-a lungul perioadelor istorice. În încercarea de a elucida procesele dinamice care declanșează sau frînează schimbările este necesar ca studiul socio-științific al ecosistemului să cuprindă, de asemenea, cercetări de istorie, inclusiv istorie economică și geografică.

Pentru ecologi, dar și pentru specialiștii din domeniul științelor sociale, faptul dovedit că odată cu trecerea timpului sistemele vii se diferențiază și devin tot mai complexe probează rolul istoriei și al experienței în determinarea stării actuale a ecosistemelor și a sistemelor sociale, probează ireversibilitatea timpului în biologie.

Un specialist al științelor sociale, la curent cu nivelul de cunoștințe din domeniul științelor fizice și naturale privitoare la impactul omului asupra naturii, poate introduce o dimensiune cu totul nouă în domeniu, prin aplicarea unei teorii sociologice care să fie extrem de folositoare pentru factorii de decizie.

Într-un ecosistem omul nu se arată doar mult mai activ și mai obstinat decît alte specii în a modifica me-

diul natural în favoarea sa, ci el are și o structură intelectuală care-i permite să ia hotărîri în funcție de informațiile care-i sînt furnizate de ecosistem. Într-o mare măsură, obiectul studiului unui ecosistem este acela de a oferi factorului uman datele necesare care să-l conducă la adoptarea unor opinii corecte cu privire la interdependența dintre factorii naturali și cei socio-culturali. Dar percepția realității este — cum am văzut — dependentă de intuiție, talent și de un ansamblu de valori subiective — educație, obiceiuri, credințe : deci cultură. Factorii de decizie, prin urmare, trebuie să îndeplinească, în cel mai înalt grad, aceste cerințe, pentru ca societatea să beneficieze de munca oamenilor de știință din toate domeniile.

5.2. Științele sociale și programele de cercetare ecologică

5.2.1. Asocierea și implicarea științelor sociale în ecologie.

Înlocuirea ecosistemelor naturale prin ecosisteme modificate sau create artificial este un fenomen care privește aproape tot globul pămîntesc. Chiar acolo unde elementele neanimate și neumane sînt copleșitoare prin număr și cantitate, raporturile acțiune-reacțiune, caracteristice pentru ecosisteme, se găsesc, în mare parte, condiționate de activitatea oamenilor, în toate situațiile care-i implică.

Atunci cînd se studiază procesul evolutiv și efervescențele pe care acesta le suscită în interiorul unui ecosistem, cum ar fi — de pildă — cele produse la nivelul agroecosistemelor, avem de asemenea nevoie și de intervenția științelor sociale, pentru că orice înțelegere dinamică în studiul unui ecosistem provoacă variații în comportamentul uman (fig. 32).

Fenomenul de percepție, necesitatea de a lua o decizie sub impactul perturbării intervenite în interiorul subsistemului, iată pivotul principal la nivelul căruia se face joncțiunea forțelor economice, politice, sociale și demografice, cu transformările petrecute în ecosistem ; la acest nivel științele sociale își aduc o contribuție teoretică în studiile de ecologie.

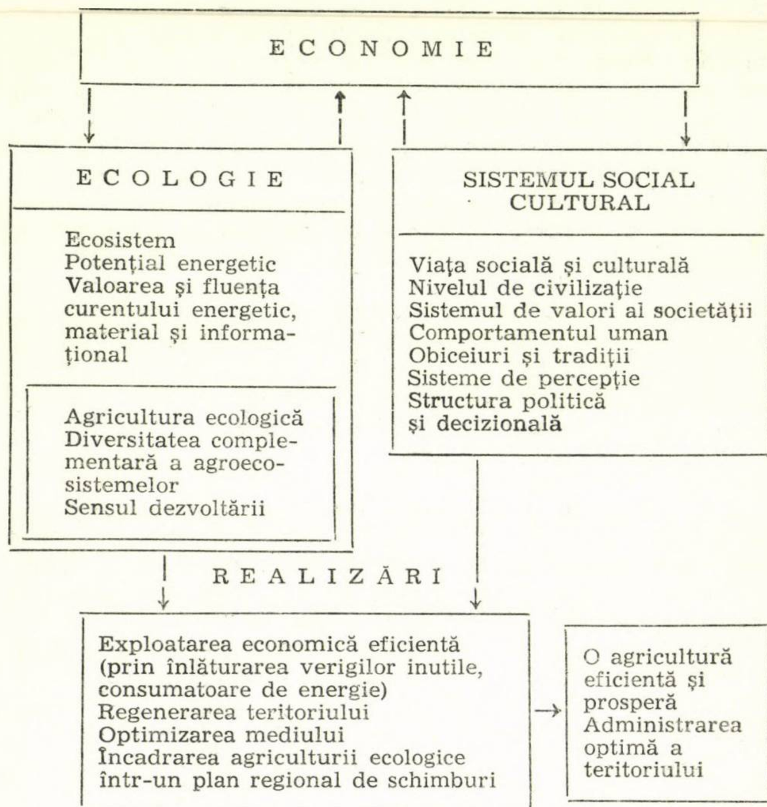


Fig. 32. — *Relațiile ecologie-economie-sistem socio-cultural oglindite în realizări.*

Științele sociale au la bază raportul dintre gîndire și lumea materială ; modelele și teoriile lor fundamentale — înglobînd pe cele ale științelor fizice și naturale — fac ca pretutindeni să se considere că toate reacțiile au origină socială, că reflectarea lor în comportament nu se înțelege decît prin studiul mecanismului psihic, prin cunoașterea judecății de valoare și a puterii de simbol.

Cu cît transformările sînt mai rapide, cu atît științele sociale au un rol mai activ pentru că transformarea mediului natural sub efectul expansiunii așezărilor umane, de exemplu — cu tot ceea ce aceasta aduce — se face printr-un impact puternic al unei populații umane conduse de obiceiuri, moravuri, comportamente și reacții diferite.

Apariția în 1921 a unui domeniu interdisciplinar cunoscut sub numele de ecologie umană a fost punctul de pornire al interpretării ecologice a studiului grupelor umane, al funcționării lor și al instituțiilor, ceea ce, de fapt, constituie o parte — esențială ! — a științelor sociale.

Conceptele ecologice cum ar fi densitatea, încărcarea, rezistența, succesiunea, au fost aplicate prin analogie populațiilor umane, ca și celorlalte ființe din biotop ; validitatea acestor analogii este însă îndoielnică ; pentru că populațiile și societățile umane se bazează pe schimburi de bunuri și servicii între grupe specializate care intervin în zone ecologice vaste ; noțiuni ca cea de „densitate potențială" — care este funcție de resursele naturale locale — „încărcare" etc. sînt mai puțin utile (dar, totuși, sînt !) decît modelele relative la organizarea socială, la rețeaua de schimburi sau la cea politică.

Instituțiile sociale și starea tehnologiei sînt factorii determinanți în ceea ce privește deciziile în materie de gestiune a resurselor. Este, desigur, important să înțelegi procesele ecologice, dar fără o apreciere egală și corectă a forțelor sociale se pot comite erori grave pe plan ecologic ca și pe plan social.

Toate acestea aduc necesitatea ca studiul unui ecosistem să fie făcut deopotrivă de științele naturale — ca prim pas primordial — și de științele sociale. Una fără alta va fi, în curînd, de neconceput. O cercetare limitată doar la științele sociale ar lămuri relațiile umane dar n-ar explora deloc interfața om-biosferă, iar științele biologice fără ajutorul celor sociale n-ar înțelege existența și sensul de evoluție al unor ecosisteme alcătuite și administrate de om.

În legătură cu felul în care pot fi luate deciziile și în care se pot petrece intervențiile umane în ecosistem tre-

buie resubliniat rolul percepției calității mediului și aportul științelor sociale în studiul ecosistemelor. Emoțiile, sentimentele și regretele, atașamentul omului față de pămînt, de plante sau de animale și nevoia de a avea tot atîtea simboluri cîte realități există, trebuie luate în considerație.

Preocuparea crescîndă pentru mediul ambiant este, fără îndoială, legată de schimbările intervenite în raporturile dintre diferite grupe sociale și ea apare — cel puțin parțial — ca proiecția, pe un alt plan, al experienței trăite în aceste schimbări, ca o exteriorizare a mutațiilor petrecute, ca fructul imaginației noastre născută la nivelul percepției subconștiente — la rîndul ei determinată de valorile și simbolurile arbitrare care ne inspiră acțiunile cotidiene.

Ecologia, a cărei realitate nu este negată de nimeni în ciuda diversității manierelor în care este înțeleasă, a căpătat — în experiența umană — peste realitatea ei concretă, o valoare abstractă. Semnificația ei transcede elementele sale firești și — atîta timp cît nu se va observa acest lucru — se va abuza de natura și realitatea ecologică.

5.2.2. **Cercetarea socio-ecologică.** Potrivit sugestiilor pe care Conferința UNESCO le-a făcut programului Om-Biosferă, numeroși cercetători din domeniul științelor sociale s-au încadrat în majoritatea studiilor (și sînt peste 800 !) din sistemul informațional Om-Biosferă, care pot fi considerate ca interdisciplinare ; cu toate acestea, hegemonia evidentă a științelor biologice nu a fost încă umbrită — fenomen perceptibil, mai ales, la nivelul comitetelor naționale ale acestor programe.

Motivul major pentru care mulți sociologi se grăbesc să-și transgreseze disciplina spre ecologie se poate găsi în faptul că această deplasare asigură științelor sociale o parte din rigorile științelor naturale, escamotînd — concomitent — multe din problemele care au o puternică tentă politică.

O uniune ecologie-științe sociale, care este necesară pentru studiul ecosistemelor, poate fi folosită ca pretext,

științele sociale acționînd singure sub emblema acestei uniuni. Cazul unor mișcări ecologiste despre care am vorbit în primul capitol, este ilustrativ, evident și, în unele cazuri, mărturisit. Mărturisit, pentru că ele s-au grupat în partide politice cu programe care amintesc vag — și doar pentru a salva aparențele — de ecologie.

Trebuie avut în vedere, de asemenea, că științele sociale prezintă multe lucruri în comun cu discursul ideologic și că se preocupă mai puțin de realitățile sociale decît de reprezentarea idealizată a societății cercetătorului sau a aceleia către care se îndreaptă simpatiile acestuia. Se poate argumenta că ideologia nu este prejudiciabilă dezvoltării sociologiei (dacă ea nu este impusă cu forța) ci, dimpotrivă, un produs util al cercetării pentru practicienii științelor sociale ; dar cu aceasta, este evident, se pășește pe teritorii străine ecologiei.

Etnologii și antropologii, sociologii și specialiștii în economia politică fac referiri la ecologie și-și documentează opiniile, de altfel — de multe ori — preconcepute, prin intermediul relațiilor stabilite — adesea *pro domo* cu ecologia.

Procesele economice, sociale, tehnologice și biologice sînt atît de interdependente încît se pare că toată lumea are ceva de spus, că orice specialist își poate aduce o contribuție la acest studiu de „ecosistem“ și aceasta pentru că, într-adevăr, legăturile sînt o realitate obiectivă care impune considerarea producției contemporane ca un sistem ecologic și economic complex.

Dar hegemonia științelor naturale în grupele pluridisciplinare, mai ales la nivelul comisiilor naționale, arată dificultatea științelor sociale de a conduce astfel de cercetări, pentru că — cel puțin în unele din aspectele sale — cercetarea și soluțiile rezultate s-ar substitui factorilor de decizie politică.

Cunoașterea acestor lucruri despre relația științe sociale-ecologie poate ajuta la constituirea unui program de studiu complex și viabil, interdisciplinar și pluridisciplinar al ecosistemelor. Programele au nevoie de trei calități esențiale și anume : a) *transparență*, ceea ce

presupune că cei care-l vor utiliza trebuie să înţeleagă, în prealabil, modul de funcţionare al programelor ; b) *suplețe,* ceea ce presupune testarea situaţiilor de schimb, fondate pe ipoteze diferite şi c) *sinteza,* care să asigure că rezultatele obţinute vor da o vedere de ansamblu a modificărilor ce se vor aduce ecosistemului şi a consecinţelor previzibile.

Este absolut indispensabil ca studiul să se facă asupra unui sistem considerat închis, dacă se vrea determinarea existenţei sau absenţei retroacţiunii negative sau — simplu — pentru a se decide care sînt variabilele de măsurat şi care sînt cele de neglijat.

S-a arătat că, la început, programul Om-Biosferă s-a sprijinit pe noţiunea de ecosistem natural, apoi pe conceptul de *sistem de exploatare umană,* pentru a sublinia faptul că studiile trebuie să se preocupe, de asemenea (sau chiar mai mult !) de sistemul tehnologic şi socio-cultural, decît de ecosistemul natural.

Cum sistemul de exploatare umană priveşte *toate aspectele gestiunii resurselor* şi variază în întindere de la teritoriul unui trib, pînă la cel al unui stat-naţiune, întinderea sa geografică coincide rar sau niciodată cu cea a ecosistemului natural. Această noţiune a fost adesea concepută în aşa fel încît să grupeze mai multe sisteme naturale şi să tragă profit de pe urma complementarităţii şi contrastelor diferitelor zone ecologice. Acceptarea ideii că obiectul de studiu poate să nu fie un ecosistem ci un alt gen de sistem face ca *ecosistemul să devină biotopul* unei entităţi definite în funcţie de realitatea socioculturală. Noţiunea de sistem de exploatare umană (care este în raport cu concepţia de ecosistem) este produsul ştiinţelor sociale şi nu poate mulţumi în totalitate pe ecologi. Dar dubla delimitare a ecosistemelor (pe care o preconizam chiar înaintea apariţiei sistemului de exploatare umană) — administrativă şi pe criterii ecologice *) — este

*) Trebuie reamintit că, probabil, împărţirea administrativă s-a făcut, cîndva, pe criterii ecologice ; ea se poate reface, retuşa şi ameliora din nou pe criterii ecologice.

o soluție care permite studii eficiente și utilizabile în gestiunea naturii și a societății.

Un asemenea program se constituie deci, după delimitarea frontierelor ecosistemului de studiat, prin cunoașterea structurii morfologice și energetice a sistemului și a relațiilor dintre factorii-cheie, identificați — în prealabil —, după dominanța și dinamica lor.

Cum considerarea ființei umane ca organism biologic și element natural al ecosistemului ignoră dimensiunea socială și psihologică a omului, rezultă că științele exacte nu pot realiza singure o analiză completă ; din nou se relevă necesitatea pluridisciplinarității pentru a cerceta ecosistemul, punîndu-se accent pe influența și pe repercusiunile factorilor sociali sau economici asupra mediului fizic sau natural, considerînd raporturile între universul social sau cultural și lumea naturală ca liniar și în sens unic sau, într-un alt mod de abordare, unind cercetările care se referă la cadrul conceptual biologic, la comportamentul uman și la fenomenele naturale, fizice și biologice, pentru a ține seama de legăturile de interdependență dintre om și mediu.

Cu aceste date se pot formula mai multe programe posibile pentru viitor, cum ar fi — de pildă — un program păstrător al valorilor tradiționale, un program bazat pe rațiuni economice, un program bazat pe protecția mediului, un program care să facă ecosistemul studiat dependent față de exterior, etc.

După metodica luată în considerare, datele ecologice — obținute *independent* și *prioritar* —, cele economice, tehnologice, psiho-sociologice și politice urmează să se confrunte între ele pentru a alege soluțiile care să conducă la programul optim.

Metodele de studiu la nivelul unor ecosisteme administrativ delimitate trebuie să fie pentru toți cercetătorii, dar mai cu seamă pentru ecologi, obiective, corecte, complete ; cercetătorii trebuie să se exprime prin ipoteze prudente pentru că, totdeauna, relațiile din ecosistem sînt dificil de relevat. În concluziile lor este nevoie să se păstreze o oarecare distanță de problema abordată pentru a se influența deciziile politice numai prin forța datelor, nu

și prin comportarea sau preferința proprie ; în același timp, ei trebuie să știe să facă — prin diferite simplificări — ca lucrurile să devină inteligibile și ideile să aibă forță de convingere.

Cercetările ecologice cuprind în ele pericolul de a veni împotriva dorinței unor anumite grupuri de oameni, de a exacerba sau chiar provoca conflicte între grupuri de interese, cum ar fi — la extremități — cei care vor să conserve teritoriul în starea în care se află și cei care vor o dezvoltare cu orice preț. În aceste conflicte posibile, cercetarea științifică — prin punerea în evidență a anumitor valori biologice și a resurselor naturale — poate, firește, fără voia ei, să fie implicată : cu toate acestea, repetăm, cercetătorii nu trebuie să formeze un grup de presiune în nici un domeniu, pentru ca știința să rămînă obiectivă și o forță prin ea însăși (desigur, ca cetățean, omul de știință se poate manifesta după propriile convingeri și concepții).

Dacă cercetarea interdisciplinară poate fi întreprinsă individual sau de către o echipă cu aceeași formație științifică, studiul ecosistemelor trebuie să fie pluridisciplinar — atunci cînd interdisciplinaritatea prezintă prea mari dificultăți (și acesta este cazul cel mai frecvent !).

Pluridisciplinaritatea grupează cercetători din discipline diverse, urmînd ca efortul de integrare să fie făcut la nivel superior de către ecologi — așa cum au fost definiți în capitolul I — oameni de cultură, enciclopediști care înțeleg conceptele tradiționale ale fiecărei discipline.

Științele sociale se pot angaja în această cercetare numai dacă au ajuns la convingerea că în studiul pluridisciplinar al ecosistemului ecologia servește ca element central și integrator. Analizînd stadiile succesive ale reflecției ecologice, emergența noțiunii de comunitate de specii și de lanț alimentar, studiul ecosistemelor, luarea în considerare a relațiilor din ecosisteme și înțelegerea rolului dominant care-i revine omului în biosferă, științele sociale trebuie să concluzioneze că ecologia este o știință suplă și adaptabilă care ține, deopotrivă, de științele exacte

și naturale și de științele omului. Această dublă valență a ecologiei față de științele naturii și față de științele sociale se sprijină pe fluxul de energie care poate integra specia umană în mediu, urmînd ca dimensiunea psihologică să se facă sub formă implicită.

Dacă nu se ține seama de imperativele ecologice, de necesitatea de a proteja mediul și de factorii de mediu, culturali și etici, efortul de dezvoltare a teritoriilor va continua să prezinte, într-o mare măsură, consecințe indezirabile și beneficii minore, atunci cînd el nu se soldează printr-un eșec.

5.3. Orașul ca ecosistem

5.3.1. Considerente pentru studiul unui ecosistem urban. Orașul este un tip de ecosistem apărut relativ recent în natură și el poate fi considerat ca o experiență evolutivă a capacității unei specii de a-și administra propriul său teritoriu. Studiul unor astfel de ecosisteme are drept obiectiv esențial ameliorarea înțelegerii situației umane prin cunoașterea modurilor de interacțiune dintre diferitele elemente sau componente ale acestor situații, atît culturale cît și naturale, în scopul ca indivizii și instituțiile să fie în stare să formuleze politici judicioase de viitor. Abordarea integrativă poate, la acest nivel, să înțeleagă caracteristicile de flux și modul de utilizare al energiei și al unor materii importante, condițiile de viață ale populației, sănătatea și bunăstarea sa, înțelegerea proceselor culturale și de adaptare la mediu.

În cazul orașului, cîteva metodici care au dat bune rezultate în ecologie nu sînt totdeauna recomandabile. Astfel, sistemofilia, tendința de a judeca totul sistemic, credința că funcționarea și eficacitatea sistemică sînt totdeauna cele mai bune instrumente de studiu, oricare ar fi efectul produs asupra calității vieții oamenilor, s-au dovedit a nu fi adecvate. Într-o anume viziune, un sistem uman poate fi corect sau chiar excelent : se poate concepe și construi un sistem urban foarte eficace pe plan energetic, economic și în ceea ce privește fluxul de ma-

terie, dar lucrurile acestea nu implică și luarea în considerație a *relațiilor umane agreabile și afectoase* ; și iată, sistemofilia în prag de a fabrica o societate robotizată și, din acest punct de vedere, dezumanizată.

Un alt pericol care compromite valoarea spiritului de ecologie este cuantomania — în ciuda faptului că nu există nici o lege socială sau naturală care să stabilească legături între cuantificabilitate și importanță ; obsesia numerelor și proporțiilor duce la neglijarea aspectelor din ecosistem greu de exprimat prin cifre.

Un al treilea obstacol care denaturează uneori studiile întreprinse constă în tentația de a admite că principiile care s-au aplicat cu succes unor serii de procese pot fi, de asemenea, aplicate și unor fenomene diferite.

Pentru ca un studiu ecologic integrativ al așezărilor umane să dea rezultate interesante este necesar ca acesta să furnizeze o bază teoretică studiului interacțiunilor biotice și culturale, să cerceteze interrelațiile la diferite nivele — cum ar fi de pildă repercusiunile evoluției mediului unei regiuni asupra existenței unei populații. Pentru a putea identifica elementele rețelei complexe de influențe care se exercită asupra calității mediului și asupra vieții locuitorilor, el trebuie să ia în considerare toate aspectele unei situații umane, fie ele de ordin biotic sau abiotic, cultural, psihologic și experimental, inclusiv deci elementele relativ dificil de definit și de măsurat, cum ar fi comportamentul creativ, motivația și considerația estetică. Studiul trebuie să surprindă — pe măsura dezvoltării orașului — o serie inedită și caracteristică de principii, de concepte și de idei relativ la diferite scheme de interacțiune între variabilele culturale și naturale, la relațiile dintre oameni și mediul lor.

În orașe apare, cu maximum de evidență, faptul că civilizația și cultura umană — care cuprind știința, tehnologia și sistemul de valori morale și spirituale — sînt factori ecologici de o imensă importanță ; aceasta se manifestă în analiza fluxului de energie care este transferat sau convertit în interiorul unui ecosistem, indicator prețios, capabil să arate diferitele interacțiuni și interdependențe care se produc între elementele biotice, abiotice și umane (fig. 33).

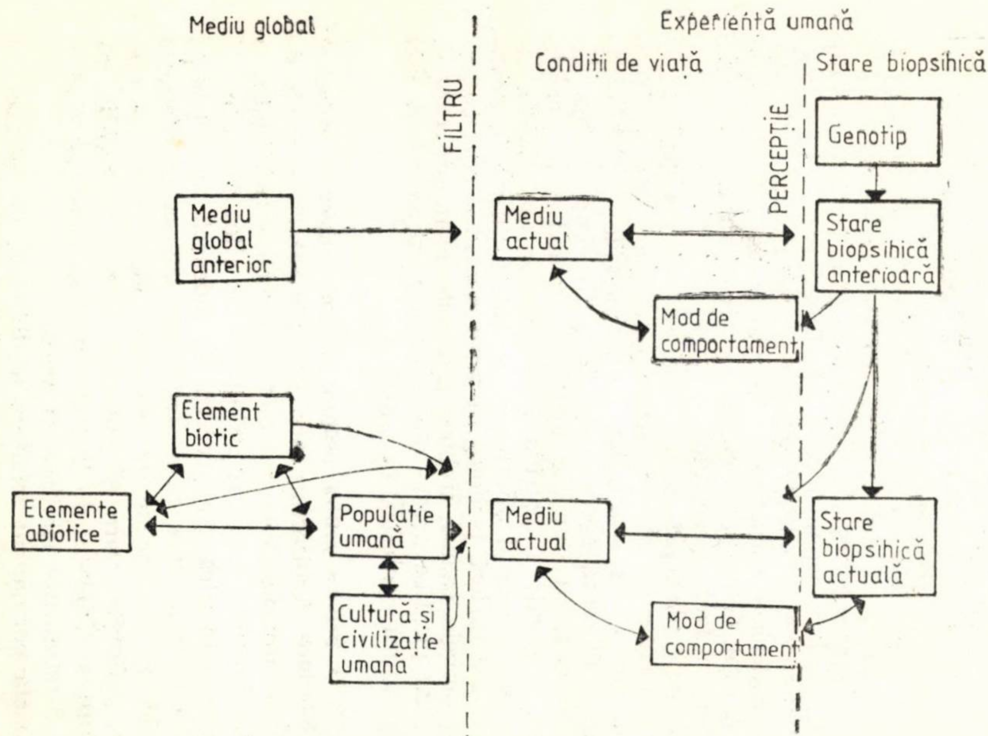


Fig. 33. — *Studiul ecologic al unui oraș. Model conceptional — variabilele și interrelațiile lor (după S. Boyden, 1977).*

În ecosistemele naturale, structura energetică reflectă, într-o mare măsură, procesele dinamice, în desfășurare, ale populației biotice. În schimb, ca urmare a evoluției civilizației și culturii umane, în societatea modernă fluxul de energie este orientat, în principal, nu spre activitatea (biologică) a oamenilor sau a altor specii din ecosistem ci spre funcționarea mașinilor.

Un studiu asupra unui oraș trebuie să fie făcut în spirit ecologic și holistic. Printre altele, el trebuie să ia în considerare energia extrasomatică (energia care este utilizată în afara organismelor vii), fluxul energiei somatice și alimentare, practicile actuale și posibilitățile de reciclare materiale, structurile edificate de om, zonele libere, transportul, demografia, cultura și civilizația umană, rolul acestora ca factori ecologici.

Trebuie observat că un oraș este un ecosistem prin care s-a creat un fel de barieră între om și natură. Prin urbanizare omul s-a izolat de influențele climatice ale naturii, petrecînd aproximativ 70% din timp într-un climat sintetic, cu iluminat artificial, încălzire, aer condiționat, protecție împotriva intemperiilor etc. Există, de asemenea, percepții diferite și — uneori dificil de explicat — și o barieră psihologică între individ și societate.

În ambele cazuri, trebuie introduse elemente care să facă mai plastice aceste obstacole și care să aducă mai multă natură și natural în oraș.

5.3.2. **O privire critică asupra cîtorva „concepții ecologice" în arhitectură.** Arhitectura are multiple roluri — unele de maximă importanță — în funcționalitatea, durabilitatea și înfățișarea unui oraș ; inspirîndu-se din filosofie, arte, sociologie și bionică, ea încearcă să clădească locuințele în așa fel încît acestea, prin structurile lor, să se adapteze psihologiei locuitorilor lor, să aibe ziduri care „să respire", înfățișări care să sugereze lucruri agreabile, să înlăture sentimentul de înstrăinare și să realizeze pentru om a doua natură, similară cu prima !

Există permanent tendința de inovare, de întrecere a celor mai buni, de realizări superioare, de modernizare continuă.

Arhitectura n-a rămas indiferentă la apariția ecologiei și a încercat, în numeroase rînduri, s-o înțeleagă și s-o folosească. Multe din aceste preocupări s-au materializat în realizări urbanistice remarcabile ; altele se află în faze de concepție sau de cercetare.

De curînd, arhitectul Paulo Soleri a introdus noțiunea de *arcologie* pentru arhitectura ecologică, pe care el o înțelege ca avînd rolul integrării cît mai „economice" a oamenilor în orașe și a orașelor în natură.

Plecînd de la premisele existenței unei probleme urbane care se pune în termeni de economie a consumului de energie (ridicat, pînă la risipitor, din cauza existenței locuințelor separate pentru familii, a locuințelor rezidențiale și a unui uzaj intensiv a mijloacelor de transport), Paulo Soleri crede că arcologia se poate întrupa în orașe tridimensionale, mai întinse în înălțime decît în sens orizontal, pentru a rezolva dificultățile urbanistice ale lumii. El militează pentru miniaturizare, caracterizînd acest fenomen nu ca pe o simplă reducere, ci ca o mișcare către un complex ale cărui nivele de superioritate sînt ordonate într-un spațiu din ce în ce mai restrîns ; ca un proces de revenire asupra propriului interior, ca o implozie într-o rețea extrem de densă și complexă de relații care se dispută.

După Paulo Soleri miniaturizarea este caracteristica principală a evoluției. El leagă construirea noului oraș de o densitate ridicată, de pînă la 3 000 de persoane/ha, motivînd că centrele de mare aglomerație au fost focarele cele mai însemnate de cultură și că densitatea nu naște automat delicvența ci doar întărește condițiile care predomină deja în sînul comunității.

Aceste concepții sînt un exemplu de înțelegere bizară a situațiilor ; amalgamînd adevărurile cu neadevărurile ele încearcă să promoveze sub eticheta inedită de arcologie, ideea că imaginația (și nu știința !) unui arhitect poate naște, deopotrivă, ecologie și arhitectură. Pe canavaua imaginației, a vorbelor fără sens și a frazeologiei, teoriile pot prolifera. Ideile lui Soleri, pînă acum ancorate — în cea mai mare parte — în domeniul urbanisticii, sînt trecute și prin sferele ecologiei.

Doi profesori din Statele Unite (R. Lewis și W. Skolimowski) socotesc că densitatea populației în cazul arcologiei este favorabilă pe plan social, pentru țările ale căror resurse în terenuri cultivabile sînt limitate. „Noi nu mai putem să continuăm să distrugem pămînturile fertile acoperindu-le cu asfalt și cu beton" spun peremptoriu autorii ! Iată, arcologia protejează astfel terenurile agricole !

În aceeași măsură densitatea umană este benefică pentru protecția ecosistemelor naturale. „Grupînd și aglomerînd oamenii, putem proteja astfel fauna sălbatică și toate fenomenele naturale care se petrec în ecosisteme." Arcologia ar stabili, astfel, o nouă relație cu natura, „aceea prin care se întreține respect și venerație pentru mediul înconjurător. În sfîrșit, „o populație densă, cu o densitate bine planificată (?) și locuințe corect integrate, ar permite realizarea unei enorme economii de energie și materiale".

De fapt toate aceste „argumente, idei și concepții" credem că sînt enormități și viziuni neconforme cu ceea ce trebuie să facă ecologia. Noi studiem ecologia pentru ca, prin intermediul cunoașterii interrelațiilor din natură, să clădim pentru oameni o viață mai bună ; noi nu protejăm natura și nici nu vrem s-o venerăm pentru ea însăși ; da, știm, la oamenii primitivi existau obiecte și animale a căror sacralitate deriva din frică și necunoaștere ; dar timpurile acelea, sperăm, au trecut, și noi vrem ca venerația, ca mod de a simți, să se transforme în respect față de ființa umană, de valorile ei. La ce ar servi o natură prosperă dacă oamenii trebuie să se înghesuie 3 000 de persoane pe hectar și dacă locuințele ar fi miniaturizate și s-ar economisi energie și materie ? De fapt, întrebarea s-ar putea continua, dorind să afle și pentru cine am face astfel de economii.

Iar teoriile sînt împinse la extrem pentru că cei doi profesori citați ne spun că într-un asemenea oraș frugalitatea este un mod de viață creativ. Hrănirea oamenilor este comparată cu cea a plantelor care fac fotosinteza, pentru a se atrage atenția că ea trebuie să se facă cu minimum de consum de energie.

Firește, toate acestea sînt „acoperite“ de fraze care vorbesc de „dezvoltare și nivel de viață“ ; se merge pînă acolo încît se încearcă acreditarea ideii că nu contează cît cîștigi, cît posezi sau consumi, ci în ce măsură te simți bine ca membru al unei societăți. Această exprimare care amintește de Kafka aduce cu sine și întrebarea „la nivelul cărui fel de societate și de civilizație? A unora în care ignoranța sau constrîngerea te face să crezi că te simți bine?“

În proiectul său asupra ecumenopolismului, Doxiadis interpretează mediul ca un decor al existenței noastre, care poate fi schimbat de către om.

Dar dezvoltarea continuă a urbanizării — pe care o presupune existența ecumenopolismului, întinderea acestuia pe arii considerabile, nu pot mulțumi pe cei care preconizează un echilibru în natură, inclusiv în sensul existenței unei populații limitate pe Terra.



Fig. 34. — *O arhitectură care inspiră liniște și echilibru ființei umane.*

Se observă, de fapt, că ecologia este invocată în aceste concepții doar ca etichetă, că, în realitate, problemele țin de urbanistică și nu de ecologie. Nu credem că arcologia este o soluție, nu ne plac nici megalopolisurile ; oamenii nu visează să se înghesuie în sgîrie-nori ; dimpotrivă, adesea, aspirațiile lor — în această privință — se îndreaptă către casele tip vilă, cu grădini pline de flori ; oamenii nu doresc să li se impună constrîngeri de tot felul : în exprimare, în gîndire, în alimentație, în felul în care trebuie să locuiască sau să-și petreacă timpul liber. Calitatea vieții are o componentă ecologică importantă care depinde de asemenea, în măsură relevantă, de valorile axiologice și de o bunăstare materială reală și nu fictivă ; numai toate, împreună, pot integra indivizii în societate și societatea în natură.

Vorbind despre „Dezvoltarea limbajului plastic al arhitecturii din România" Milița Sion spunea că în construcție și amplasare „este cu totul remarcabilă scara locului — ca știință a integrării edificiului în locul ce-i este destinat în *peisaj*. La rîndul ei, scara umană, caracteristică esențială a arhitecturii tradiționale, exprimă raportarea conștientă la om ca *măsură a tuturor lucrurilor*". Arhitecta citată socotește că adevărata monumentalitate se obține din frumusețe și armonie, prin lipsă de ostentație și de tendința spre exagerare și colosal.

Cornelia Berindan, autoare a numeroase lucrări care tratează despre relația natură-oraș, afirmă în esență că dezvoltarea armonioasă a așezărilor umane se realizează numai atunci cînd aceasta ține seama de topologia peisajului, de necesitatea ca elementele autohtone ale naturii inițiale să aibă un rol important în individualizarea entității cu forme proprii și cu tendința spre acțiune care este orașul.

Orașele trebuie construite într-o largă perspectivă științifică și socială. În studierea lor trei nivele calitative de integrare a cunoștințelor sînt prezente : a) *spațio-temporală,* în care procesele sociale și ecologice se unesc în

mediul urban, în spaţiu şi timp ; b) nivelul *socio-funcţional* şi c) nivelul *cultural-istoric* care reflectă schimbările pe care omul le provoacă în mediul urban, ca rezultat al interacţiunii dintre biocenozele naturale şi artificiale cu sistemul social (producţie, infrastructură socială).

Oraşele — locuinţele viitoare ale întregii omeniri — urmează să fie clădite cu multă chibzuinţă, cu răbdare, cu tenacitate, cu respect faţă de trecut şi cu o imaginaţie care nu uită niciodată de raţional şi de firea umană. Lumea nu trebuie construită după ideile sau viziunea unui individ ; oamenii trebuie să se bucure de libertatea de a construi aşa cum le dictează conştiinţa.

Ecologia integrează oraşele unor ecosisteme mai vaste şi le uneşte cu natura ; implimentează printre elementele alogene, elemente ale vegetaţiei care să fie folositoare oamenilor.

Într-un articol publicat în *Beijing Information*, directorul Biroului de stat pentru protecţia mediului din R. P. Chineză, Qu Geping, arăta că în ultimii 5 ani locuitorii Beijingului au plantat mai mult de 10 milioane de arbori, au amenajat mai mult de 4 milioane de peluze şi 150 de hectare de grădiniţe şi parcuri. Locuitorii din Hangzhou, pentru a mări pitorescul ecologic al unui lac au atras peste 80 de specii de păsări, construindu-le cuiburi şi asigurîndu-le hrană...

Expoflora de la Herăstrău, pădurea de la Băneasa sau cea de la Pustnicul, salba de lacuri şi Dîmboviţa şi Colentina cu taluzuri şi elegante ştranduri, dînd Bucureştiului farmecul naturii, iată aspiraţii împlinite.

Pe măsură ce literatura de specialitate ne îmbogăţeşte cu datele şi ideile ei, sîntem tot mai convinşi că ecologia se adresează unui ecosistem dublu delimitat, administrativ şi natural ; că fluxul energetic este caracteristica dominantă a ecosistemului şi că acest flux optimizat prin eforturile ecologului (ca integrator al cercetărilor pluridisciplinare desfăşurate în ecosistem) şi al factorilor de decizie (ca reprezentanţi legitimi şi iluştri ai concetăţe-

nilor lor) poate integra în chipul cel mai fericit societatea în natură.

Problema ecologică a devenit o problemă socială odată cu apariția a numeroase legături de importanță imediată și primordială între viața umană și mediul său natural. Ea nu mai poate fi rezolvată pe baza simplei experiențe sau a unor cercetări unilaterale ; orice ecosistem artificializat — și mai cu seamă orașul — trebuie studiat cu metode specifice de interpretare socială a cunoștințelor ecologice și interpretare ecologică a cunoștințelor sociale.

MIC DICŢIONAR DE ECOLOGIE

A

Abioseston = detritus aflat în suspensie, uneori în mari cantităţi, împiedicînd pătrunderea luminii în straturile profunde ale apei.

Acţiune = în ecologie desemnează influenţa biotopului asupra biocenozei.

Adelofagie = formă de canibalism prin care se reglează densitatea populaţiei, asigurîndu-se, în acelaşi timp, şi hrana.

Albedou = raportul dintre radiaţia solară primită pe o anume suprafaţă şi radiaţia reflectată (cîmpurile cultivate reflectă între 12-30% din totalul radiaţiilor, oceanul între 3-10%, suprafeţele albe între 35-95%.

Alomoni = economi care transmit informaţii între specii.

Alopatric = organism cu arii de repartiţie distincte.

Alohtone = elemente străine ajunse întîmplător într-un ecosistem.

Amensalism = fenomen care inhibă creşterea unei specii prin secreţia alteia ; sin. **competiţie directă, antagonism, antibioză.**

Azoic = 1. lipsit de viaţă, abiotic ; 2. denumirea primei ere din trecutul geologic al pămîntului, caracterizată de lipsa vieţuitoarelor.

B

Batială = regiunea pantelor continentale aflată la adîncimea de 200-3 000 metri. Delimitarea zonei batiale se face şi

după criterii de temperatură, limita ei inferioară corespunzînd izotermei de +4°C.

Biocenoză = grupare de ființe care se găsesc împreună grație atracției unor factori de mediu și unei dependențe reciproce. Interacțiunile rezultate dau biocenozei structură și funcționalitate specifice.

Biocorion = stratul de la suprafață al sinuziei.

Biom = grup de fizionomie omogenă și independentă a compoziției floristice care se întinde pe o arie geografică amplă (preeria americană. savana africană), o unitate care este și a biogeografiei ; biocenoze întinse ; un grup de ecosisteme.

Bioseston = biocenoză formată din necton. neuston, plancton și tripton.

Bioskenă = cel mai mic biotop care oferă condiții de existență omogene unui organism sau unui grup de organisme (cum ar fi de pildă suprafața unei pietre, partea superioară a unei frunze etc.). Termen introdus în biologie de către biologul român Andrei Popovici-Bâznoșeanu.

Brusă = formație vegetală lemnoasă din Africa cu arbori relativ puțin înalți.

C

Camefit = organism adaptat la condiții vitrege de viață. Plantele camefite sînt perene, de talie mică (mușchi, licheni dar și specii lemnoase ca salcia pitică — *Salix herbacea*.

Catarob = organism care trăiește în apele curate și bine oxigenate. Datorită cerințelor față de condițiile de viață menționate mai sus speciile catarobe sînt indicatori biologici ai unei bune calități a apelor.

Climagramă = exprimarea grafică simultană a mediei temperaturilor și umidităților dintr-un anumit ecosistem.

Climax = sfîrșitul evoluției unei serii într-o biocenoză stabilă.

Clonă = totalitatea descendenților asexuați. Indivizii unei clone posedă cu toți același bagaj ereditar.

Coeficient de corelaţie = valoarea statistică reprezentînd dependenţa dintre două mărimi. Considerînd **n** numărul total de valori x_1 variabila independentă şi y_1 variabila dependentă, valoarea coeficientului este dată de formula :

$$\frac{n \sum_{i=1}^{n} x_1 yi - \left(\sum_{i=1}^{n} xi \right) \left(\sum_{i=1}^{n} yi \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^{n} x^2 i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_1 \right)^2 \right] \cdot \left[n \sum_{i=1}^{n} y^2 i - \left(\sum_{i=1}^{u} y i \right)^2 \right]}}$$

în care n = numărul total de valori ; x_i = variabila independentă şi y_i variabila dependentă (are valorile cuprinse în intervalul —1 +1) ; cînd valorile sînt apropiate de unitate avem un grad foarte mare de corelaţie ; în jur de 0,5 corelaţia nu este de luat în considerare.

Cohortă = grupare de indivizi din cadrul unei populaţii care prezintă obiceiuri şi comportamente asemănătoare.

Coloraţie vexilară = coloraţie de avertizare.

Comensalism = relaţie trofică în care o specie trage profit de pe urma gazdei sale.

Complex parazitar = ansamblu format de o specie cu toate celelalte specii care se comportă faţă de prima ca paraziţi.

Coriocenoză = grupul care ocupă un corion.

Corologie = ramură a biogeografiei care cartografiază răspîndirea diverşilor taxoni, în vederea reconstituirii arealului ocupat de populaţiile lor.

Crenobiont = organism care trăieşte numai în ape de izvoare.

D

Demersal = organism care trăieşte pe fundul apei, în zona litorală.

Diagrama ombrotermică = diagramă în care se pun în abscisă lunile şi în ordonată temperaturile şi precipitaţiile, scara fiind dublă pentru primele.

Diapauză = fenomen biologic prin care se opreşte — sub controlul factorilor interni — activitatea şi creşterea unui organism. El are loc sub influenţa factorilor nefavorabili ai mediului.

Diapneză = oprirea unei dezvoltări care pare a nu avea legătură cu factorii de mediu. Ea poate apărea în diferite stadii.

Disclimax = o succesiune secundară care diferă de climaxul primitiv.

Distribuţia Poisson = numită încă şi legea evenimentelor rare. Cu ajutorul ei sînt descrise creşterile coloniilor bacteriene pe plăcile Petri, apariţia într-o populaţie a unor fenomene rare, cum ar fi inundaţia, epidemiile, etc.

$P (x = r) = \frac{a^r}{r!} \cdot e^{-a}$ unde x este variabila şi *a* o constantă pozitivă.

Dominanţă = noţiune care exprimă influenţa pe care o exercită o specie într-o comunitate (nu neapărat prin număr).

E

Ecotip = populaţie care corespunde foarte bine condiţiilor fizico-geografice din biotop.

Ecoton = zonă de tranziţie de la o comunitate la alta ; zonă de interpătrundere a două ecosisteme.

Economi = substanţe chimice care transmit diferite informaţii.

Efect de masă = relaţie interspecifică în condiţiile în care mediul este suprapopulat ; efectul este, în genere, nefast pentru populaţia în sînul căreia se petrece.

Eficacitate ecologică = raportul între asimilarea la un nivel trofic de rang mic şi asimilarea la un nivel trofic de rang n-1.

Entropie = starea de dezorganizare a echilibrului energetic. Datorită proceselor metabolice din biocenoză în care predomină anabolismul, ecosistemele sînt antientropice (produc negentropie).

Epigaion = biocenoză care se dezvoltă ca un strat subţire la suprafaţa solului.

Epilimnion = zonă acvatică de suprafaţă, superficială.

Epineuston = totalitatea organismelor ce populează suprafaţa apei.

Estivație = întreruperea dezvoltării unor animale de către o temperatură prea ridicată sau de o umiditate prea slabă, în timpul verii.

Etiologie = ramură a medicinei care studiază cauzele și factorii care determină maladiile.

Etologie = știință care studiază comportamentul animalelor.

Eucenă = o specie caracteristică.

Euribiontă = specia care prezintă o rezistență bună la toate variațiile factorilor de mediu.

Eufotic = (epipelagic) = superficial luminat (zona eufotică are o adîncime de 50-100 metri).

Eurică = specie capabilă să populeze medii diferite.

Euritermă = tolerează variații mari de temperatură.

Euritopă = specie cu largă distribuție.

F

Facies lentic = ape liniștite.

Facies lotic = ape în mișcare.

Factor biotic = interrelație ce se manifestă între diferite organisme care populează un mediu determinat = coacțiune.

Factor limitant = factor care condiționează posibilitățile de succes ale unui organism în tentativa sa de invadare a mediului sau de supraviețuire.

Factor de mediu (ecologic) = orice element al mediului capabil să influențeze direct asupra ființelor. El elimină unele specii din teritorii care au caracteristici climatice și fizicochimice neconvenabile acestora, modifică nivelul de fecunditate și de mortalitate, provoacă migrații și favorizează apariția modificărilor adaptative.

Factorii neperiodici = sînt factorii care nu există în mod obișnuit în habitatul unui organism, în care apar brusc (vîntul, furtunile, incendiul, formele activității umane și acțiunea speciilor prădătoare). Absența frecventă a reacțiilor adaptabile față de factorii neperiodici fundamentează lupta biologică și combaterea integrată.

Factor periodic primar = factor de mediu ale cărui variații au o periodicitate ridicată, zilnică, lunară, sezonieră sau anuală (temperatura, lumina, ritmul mareelor). Factorii primari periodici determină existența marilor zone cli-

matice terestre și au o importanță deosebită în limitarea ariilor de răspîndire a speciilor.

Factori periodici secundari = sînt factori determinați de variația factorilor periodici primari (umiditatea atmosferică, alimentația de origină vegetală, influențele biotice interspecifice).

Factor ropic = raportul de concentrație între 2 ioni cu acțiune antagonistă aflați în mediul acvatic.

Faună madicolă = totalitatea organismelor animale care trăiesc în ape ce se scurg ușor pe suprafața rocilor verticale.

Fenologie = ansamblul observațiilor care se racordează la acțiunea temperaturii asupra datei fenomenelor biologice.

Feromoni = economi care transmit informația între indivizii aceleiași specii.

Fidelitate = atașamentul unei specii la o anumită asociație.

Fitness = valoare adaptativă.

Foleoxene = specii comesene care se întîlnesc accidental în cuiburi sau galerii.

Forezia = transportul unui organism mic de către unul mare (formă de comensalism).

H

Habitat = o parte din biotop ocupată de un individ sau de o populație care găsesc aici condiții de dezvoltare și de hrană. Uneori în expresii se confundă cu biotopul. După Odum, „adresa speciei". Există și folosirea sa numai în sens de loc al populației umane.

Hechistoterm = organism care preferă temperaturile constant scăzute.

Helioterm = care se încălzește la soare.

Hemoree = eliminarea reflexă a anumitor lichide repulsive, ca mijloc de protecție al anumitor specii.

Heterodinam = organism cu număr de generații constant.

Hifalmirobiont = organism care are optimum de dezvoltare în apa salmastră.

Hipolimnion = strat profund de apă dintr-un lac. Antonim, **epilimnion.**

Holomictic = lac cu schimb sezonier total de ape.

Homeostazie ecosistemică = tendința de stabilitate a ecosistemului.

Homodinam = organism la care numărul de generații este în funcție de lungimea sezonului favorabil.

Homofan = organism care-și schimbă culoarea în funcție de unghiul de incidență pe care-l face lumina cu suprafața corpului său

Humus moder = de fertilitate redusă, este caracterizat prin pH 5,5-7 și activitatea biologică mică: în stratul A_1 formează cu argila un complex stabil asemănător cu mullul.

Humus moor = foarte acid, cu activitate biologică redusă; sin. **humus brun; humusul pădurilor de rășinoase.**

Humus mull = cu fertilitate crescută, caracterizează solurile aerate și puțin acide.

I

Indicele de afinitate a lui Agrell = indicele $\% = \frac{p \cdot 100}{P}$ unde

p = numărul de probe în care apar aceleași specii
P = numărul total de probe.

Indice de diversitate = reprezintă raportul dintre numărul total de specii și numărul de indivizi dintr-o biocenoză.

Indicele lui Margalef = printre indicii de diversitate uzitați (în parte prezenți în text) foarte frecvent este indicele lui Margalef

$$\frac{1}{Q} \cdot \log_2 \cdot \left(\frac{Q!}{q_1!\, q_2!\, q_n!}\right)$$

unde: Q reprezintă numărul speciilor cercetate și $q_1!$, $q_2!$ $q_n!$ = valoarea factorială a numărului indivizilor unei specii.

L

Legea minimului (Liebig) = potrivit acestei legi creșterea plantelor este limitată de elementul al cărei concentrații este

inferioară unei valori minime sub care sintezele nu au loc.

Lotică = specie care trăiește în ape curgătoare.

M

Megaterme = specii adaptate la temperaturi înalte ; sin. **stenoterme termofile.**

Meromictic = lac fără schimbări sezoniere totale de apă.

Merotop = element structural de talie mică.

Mezologie = știința factorilor de mediu.

Microclimat = climatul la nivelul unui organism.

Microterme = specii adaptate la temperaturi joase ; sin. **stenoterme psicrofile.**

N

Necton = ansamblul organismelor pelagice care înoată activ în masa apei.

Neuston = ansamblul organismelor care plutesc în pelicula fină de la suprafața apei (epineuston) sau sub această peliculă (hiponeuston).

Nișă ecologică = profesiunea speciei (după Odum). Cunoașterea nișei ecologice permite răspunsul la întrebările **cum, unde** și **pe cheltuiala cui** se hrănește, de **cine este mîncată, cum** și **unde** se **repauzează,** cum se **reproduce.**

Noosferă = învelișul spiritual al Terrei ; inteligența omenirii. Termen creat de Teilhard de Chardin.

O

Oligofag = care se hrănește cu un număr restrîns de specii.

Oligosaprobă = apă cu un conținut foarte scăzut de substanțe organice putrescibile (calitate a apei potabile).

P

Pelagic = organism care trăiește în largul mărilor.

Poliecă = specie care prezintă populații sau rase diferite ; sin. **politipică.**

Polisaprobă = specie care trăiește în ape cu conținut foarte ridicat în substanțe organice putrescibile.

Populație apomictică = populație a cărei apariție se datorează partenogenezei sau înmulțirii vegetative.

Populație logistică = populație în care rata de creștere (r) scade proporțional cu efectivul. Ecuația curbei logistice de creștere este $\frac{dN}{dt} = rN$ în care raportul $\frac{dN}{dt}$ este rata creșterii numerice în timp iar r creșterea actuală.

Populație malthusiană = populație exponențială a cărei repartiție pe vîrste este invariabilă.

Populații alopatrice = populații separate prin anumite bariere fizice sau fiziologice.

Populații simpatrice = populații ce cohabitează pe același teritoriu.

Preferendum = opțiune pentru un factor din mediu într-o valoare optimă.

Productivitate brută = cantitatea de organisme produsă pe unitatea de timp (un an) de un nivel trofic.

Prospectivă = previziune care ține seama de acțiunea umană.

R

Rad = unitate de măsură pentru doza de radiații absorbită. Un rad este egal cu absorbția a 0,01 jouli de energie radiantă/kg ; 100 razi = gray.

În materie de radioactivitate 2 mărimi sînt de luat în considerare : a) activitatea = numărul de dezintegrări al nucleeelor atomice și b) iradierea — energia depusă de radiații în materie ; unitatea legală de **activitate** este **bequerelul** ; un bequerel corespunde unei dezintegrări pe secundă iar unitatea uzuală este curie = 35 miliarde de bequereli ; un picocurie reprezintă o milionime de milionime de curie iar 1 bequerel are 27 picocurie ; unitatea legală de **iradiere** = gray. Un gray este iradiația care depune o energie de 1 joule într-un kg de materie iar unitatea uzuală este **rad**-ul = 1/100 **gray** ; pentru utilizarea în biologie trebuie ținut seama de natura radiației

și trebuie multiplicată iradiația în **razi** cu un factor de eficacitate biologică. Acesta dă **rem**-ul (vine de la **rad echivalent** om (man). Aceeași operație asupra **gray**-ului dă sievert-ul = 100 de **remi**. Pentru om doza admisă = 600 bequereli ; doza letală = 500-800 **remi**.

Q

Quiescență — stare de dormitare. Oprirea dezvoltării sub influența lipsei de apă. Imediat ce umiditatea își face prezența dezvoltarea se reia.

S

Serie = biocenoze care se succed.

Simpatric = cohabitînd într-o aceeași arie geografică, simultan în cursul unei perioade a anului.

Sinecie = totalitatea raporturilor dintre organisme în permanență vecine.

Sinuzie = fragment de biocenoză, microasociație cu autonomie relativă și o persistență limitată ; termen prin care botaniștii desemnează totalitatea plantelor dintr-un același strat care se dezvoltă simultan în cursul unei perioade a anului ; asociere temporară formată din organisme care sînt legate între ele printr-un factor climatic sau alimentar ; sin. **biochorie.**

Stenobioză = stare de mică rezistență a unui organism față de variațiile factorilor de mediu.

Stenic = capabil să populeze medii limitate.

Stenoterm = nu tolerează decît variații limitate de temperatură.

T

Tanatocenoză = cimitire de fosile ale unor organisme diverse.

Telergoni = substanțe-semnal secretate în mediul exterior de unele specii.

Ticocene = specii preferate.

Turn-over time = termen englezesc prin care se indică timpul necesar de reînnoire a tuturor substanțelor dintr-un organism sau dintr-un ecosistem.

V

Valență ecologică = posibilitatea unei specii de a popula medii diferite, caracterizate prin variații mai mari sau mai mici ale factorilor ecologici. O specie cu o valență ecologică slabă nu poate suporta decît variații limitate ale factorilor de mediu. Valența ecologică poate să varieze la aceeași specie în funcție de stadiul de dezvoltare.

Vivace = perenă.

BIBLIOGRAFIE

1. Aguesse P., 1971 — *Clef pour l'écologie*. Ed. Seghers, Paris.
2. Barbier M., 1976 — *Interaction à l'écologie chimique*. Ed. Masson, Paris.
3. Barnea M., Calciu Al. (red.), 1979 — *Ecologie umană*, Ed. Medicală, Bucureşti.
4. Barnes H., 1967 — Ecology and experimental biology. Helgolander wiss. Meeresunters, *15*, 6-26.
5. Băcescu M., 1972 — în *Marine Ecology*, Londra p. 1281-1314.
6. Bateson Gr., 1977 — *Vers une ecologie de l'ésprit*, Ed. du Seuil.
7. Berindan Cornelia, 1982 — Pontus euxinus — Studii şi cercetări, *2*, Constanţa, 422-424.
8. Bertalanffy L. V., 1952 — *Problems of life*, New York.
9. Bertalanffy L., 1973 — *Théorie générale des systems*, Ed. Dunod, Paris.
10. Botnariuc N., 1976 — *Concepţia şi metoda sistemică în biologia generală*, Ed. Academiei, Bucureşti.
11. Botnariuc N., Vădineanu A., 1982 — *Ecologie*, Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
12. Botnariuc N. (sub red.), 1981 — *Producţia şi productivitatea ecosistemelor acvatice*, Ed. Academiei, Bucureşti.
13. Brookfield H., 1982 — L'homme et les écosystemes, în Revue internationale des sciences sociales, *34*, 3, UNESCO, Paris, 397-419.
14. Budeanu C., Călinescu E., 1982 — *Elemente de ecologie umană*, Ed. Ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti.
15. Buican D., 1987 — *Darwin et le Darwinisme*, P.U.F., Paris.
16. Burnham P. C., Ellen R. F. (red.), 1979 — *Social and ecological systemes*, Academic Press, New York.

17. Carson Rachel, 1968 — *Printemps silencieux*, Ed. Plon, Paris.
18. Chiriță C., 1974 — *Ecopedologia*, Ed. Ceres, București.
19. Chovin P., Roussel A., 1974 — *La pollution atmosphérique*, P.U.F., Paris.
20. Consiliul Europei, 1985 — La conservazione della natura, Ecologia ambiente, 7-9, Milano.
21. Constantinescu N. N., 1976 — *Economia protecției mediului natural*, Ed. Politică, București.
22. Coste I., 1986 — *Curs de ecologie agricolă*, Institutul Agronomic, Timișoara.
23. Dajoz R., 1978 — *Précis d'écologie*, Ed. Gauthier-Villars, Paris, ed. III.
24. Dinu V., 1979 — *Mediul înconjurător în viața omenirii contemporane*, Ed. Ceres, București.
25. Duvigneaud B., Tanghe M., 1962 — *L'écologie, science moderne de synthèse*, Bruxelles.
26. Duvigneaud P., 1974 — *Synthèse de l'écologie*, Ed. Doin, Paris.
27. Elton Ch., 1958 — *The ecology of invasions by animals and plants*, Ed. Methuen, Londra.
28. Enescu V., 1985 — *Genetica ecologică*, Ed. Ceres, București.
29. Erlich P., Erlich A., 1972 — *Population, resource, environment. Problèms de l'écologie humaine*, Ed. Fayard, Paris.
30. Grigorescu I., 1974 — *Paradisul murdar*, Ed. Cartea Românească, București.
31. Giurgiu V. (red.), 1978 — *Conservarea pădurilor*, Ed. Ceres, București.
32. Giurgiu V., 1982 — *Pădurea și viitorul*, Ed. Ceres, București.
33. Godeanu S., Stanciu M., 1982 — *Lucrările Conferinței de ecologie*, Pontus Euxinus — Studii și cercetări, Constanța.
34. Guillaumet J. L. et colab., 1984 — Recherche et aménagement en milieu forestier tropical humide, UNESCO, Paris.
35. Handler P., 1970 — *Biology and future of man*, Oxford — New York.
36. Ionescu Al. (red), 1973 — *Efectele biologice ale poluării mediului*, Ed. Academiei, București.
37. Ionescu Al., Stanciu R. (red.), 1980 — *Ecologie și protecția ecosistemelor*, Pitești.
38. Ionescu Al., Șorop Gr. (red.), 1982 — *Ecologie și protecția ecosistemelor*, Craiova.

39. Ionescu Al., 1982 — *Fenomenul de poluare și măsuri antipoluante în agricultură*, Ed. Ceres, București.
40. Ionescu Al., Enășoae P., Barabaș N. (red.), 1984 — *Ecologie și protecția ecosistemelor*, București.
41. Ionescu Al., 1984 — *Eseuri despre ecologie și apărarea naturii*, Bacău.
42. Ionescu Al., Plotoagă Gabriela (red.), 1986 — *Ecologie și protecția ecosistemelor*, Constanța.
43. Kormondy E. J., 1965 — *Reading in ecology*, Pretince-Hall, Inc.
44. Lupei Nistor, 1986 — *Zestrea energetică a lumii*, Ed. Albatros, București.
45. Mesarovic M., Pestel E., 1975 — *Omenirea la răspîntie*, Ed. Politică, București.
46. Neacșu P., Apostolache-Stoicescu Zoe, 1982 — *Dicționar de ecologie*, Ed. Științifică și enciclopedică, București.
47. Neguț S., 1978 — *Un singur pămînt*, Ed. Albatros, București.
48. Nicu M. D., 1980 — Biotehnologia în optimizarea și protecția mediului ambiant, 9, Institutul Politehnic, București.
49. Odum H. T., 1971 — *Environment. Power and society*, New York.
50. Odum P. E., 1971 — *Fundamentals of ecology*, Ed. Saunders Comp., Philadelphia.
51. Odum E. P., 1972 — în *The ecology of man*, Ed. Harper and Row, New York.
52. Oprea C. V., Lupei Nestor, 1975 — *Echilibrele și dezechilibrele în biosferă*, Ed. Flacăra, Timișoara.
53. Ortolano L., 1984 — *Environmental planning and decision making*, Ed. J. Wiley and Sons.
54. Passmore John, 1974 — *Man's responsability for nature*, New York.
55. Pavan Mario, 1967 — *L'uomo nell'equilibrio della natura*, Ministero Agricolt. e Foreste, Roma.
56. Pavan M., 1972 — *Folies technologiques ? C'est l'heure de la verité*. Ed. Merone, Como.
57. Pavan M., 1984 — *Deperimento e moria della foreste : una calamità ecologica provocata dall'uomo*. Universitatea din Pavia.
58. Pavan M., 1985 — *Appunti sulla situazione ecologica mondiale, in Europa, in Italia*. Universitatea din Pavia.

59. Pavan M., 1987 — Considerazioni naturalistiche sulla nascita, giustificazione e necessita di una disciplina : la bioetica Istituto di entomologia dell'Univerista di Pavia.
60. Petit G., 1953 — Introduction à l'étude des etangs méditerranéene, Vie et milieu, *4*.
61. Pianka R. E., 1978 — *Evolutionary ecology*, Ed. Harper and Row, Londra, New York.
62. Popescu-Zeletin I., 1971 — *Cercetări ecologice în podişul Babadag*, Ed. Academiei R.S.R.
63. Popescu A., Sanda V., 1973 — Cercetări asupra vegetaţiei litoralului dintre Mamaia şi Năvodari. St. şi cerc. biol., *25*, *2*, 113-130.
64. Pora E., 1975 — *Omul şi natura*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca.
65. Prestipino G., 1970 — *Natura şi societatea*, Ed. Politică, Bucureşti.
66. Prigogine I., 1980 — From being to becoming : time and complexity in the physical sciences. San Francisco, Freeman.
67. Pîrvu C. (red.), 1980 — *Ecosistemele din România*, Ed. Ceres, Bucureşti.
68. Puia I., Soran V., 1981 — *Agroecosistemele şi alimentaţia omenirii*, Ed. Ceres, Bucureşti.
69. Roşu Al., Ungureanu Irina, 1977 — *Geografia mediului înconjurător*, Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
70. Roger J., 1977 — *Paleoecologie*, Ed. Masson, Paris.
71. Săhleanu V., Voiculescu I. C., 1976 — *Probleme de biologie umană*, Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
72. Sion Miliţa, 1982 — Revista UNESCO, *4*, 245-248.
73. Soutwood T.R.E., 1971 — *Ecological methods*, Chapman and Hall, Londra.
74. Spooner Brian, 1982 — Regard sur l'écologie : la recherche écologique et son contexte humain, în Revue internationale des sciences, vol. 34, *3*.
75. Stanciu N., 1981 — *Probleme de ecologie forestieră aplicată*, Ed. Ceres, Bucureşti.
76. Stugren B., 1965 — *Ecologie generală*, Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
77. Stugren B., 1982 — *Bazele ecologiei generale*, Ed. Ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti.
78. Stugren B. (coord.), 1982 — *Probleme moderne de ecologie*, Ed. Ştiinţifică şi enciclopedică.

79. Taylor A. R., 1974 — *Ecologie,* Editions des deux Coqs d'Or, Paris.
80. Taylor R., Gordon, 1970 — *Le jugement dernier,* Ed. Calman-Levy, Paris.
81. Taylor S., 1984 — *The environmental impact statement strategy of administrative reforme,* Ed. Stanford Univ. Press, California.
82. Tufescu V., Tufescu M., 1981 — *Ecologia şi activitatea umană,* Ed. Albatros, Bucureşti.
83. Vancea St., 1972 — *Curs de ecologie generală,* Universitatea „Al. I. Cuza"-Iaşi.
84. Watt K.E.F., 1968 — *Ecology and resource management.* Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
85. White Anne, 1982 — Intégration des sciences naturelles et sociales dans la Programme MAB în : L'homme dans les écosystèmes, Revue internationale des sciences sociales, vol. 34, *3.*
86. Whitmore J. L., Burwell B., 1986 — Industrie et agroforestiere, Unasylva — FAO, *38,* 28-34.
87. Zamfir Gh., 1974—1975 — *Poluarea mediului ambiant,* vol. I-II, Ed. Junimea, Iaşi.
88. * 1981—1984 — Colecţia revistei Ekologhia, Acad. de ştiinţe a U.R.S.S.
89. * 1984 — Buletinul de ecologie, Asociaţia oamenilor de ştiinţă din R.S.R., Bucureşti, vol. I.
90. * 1985 — Buletinul de ecologie, Asociaţia oamenilor de ştiinţă din R.S.R., Bucureşti, vol. II.

CUPRINS

CONTENTS

Chapter 3.

ECOSYSTEM STUDY

Chapter 4.

THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE BIOSPHERE

Chapter 5.

SOCIOLOGY AND ECOLOGY

De acelaşi autor
(Selecţie din volumele apărute)

Lumea algelor, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti, 1972.

Vecini cu abisul, Ed. Enciclopedică, Bucureşti, 1972.

Efectele biologice ale poluării mediului (sub red.), Ed. Academiei, Bucureşti, 1973, PREMIUL ACADEMIEI.

Populaţia şi mediul înconjurător (sub red.), Deva 1974.

Fenomenul de poluare şi efectele sale în agricultură Ed. Ceres, Bucureşti, 1974, publicată şi în l. poloneză :

Zanieczyszczenia cywilizacyjne i ich skutki w rolnictwie, Varşovia 1978.

Cibernetica şi mediul (sub red.), Deva, 1975.

Tratat de algologie vol. I—IV (sub red.), Ed. Academiei, Bucureşti, 1976—1981 — vol. IV, PREMIUL ACADEMIEI.

Habitat '76 (sub red.), Bacău, 1976.

Strălucirile apei (sub red.), Slatina—Olt, 1977.

Probleme ale agriculturii contemporane (sub red.), Ed. Ceres, Bucureşti, 1977, publicată şi în limba maghiară :

Mezogazdasagi termeles kornyezetvedelem, Budapesta, 1980.

Ştiinţa şi condiţia umană (sub red.), Bacău, 1978.

Algele, proteinele viitorului, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1980.

Producerea de substanţă organică în natură, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1981.

Fenomenul de poluare şi măsuri antipoluante, Ed. Ceres, 1982.

Agricultura ecologică, Ed. Ceres, Bucureşti, 1982.

În universul tehnologiilor neconvenţionale (sub red.), Deva, 1983.

Eseuri despre ocologie şi protecţia naturii, Bucureşti — Bacău, 1984.

Ecologie şi protecţia ecosistemelor (sub red.) Constanţa, 1986.

Apărut 1988. Format 16/70×100.
Coli tipo 13,5.

Tiparul executat sub cd. 5301/987 la
ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ BACĂU
Str. Mioriței nr. 27





